



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI

CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

LETRAMENTO DIGITAL EM UM CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA  
DO OESTE DA BAHIA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES A PARTIR DOS  
SOFTWARES SAGEMATH E CALC

DEMSON OLIVEIRA SOUZA

Lajeado  
Janeiro de 2018

DEMSON OLIVEIRA SOUZA

LETRAMENTO DIGITAL EM UM CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA  
NO OESTE DA BAHIA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES A PARTIR DOS  
*SOFTWARES SAGEMATH E CALC*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na área de Ensino de Ciências Exatas, na área de concentração Tecnologias, metodologias e recursos didáticos para o ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Márcia Jussara Hepp Rehfeldt.

Lajeado  
Janeiro de 2018

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois quem está nele dá frutos, sem ele nada poderia fazer.

Todas as nossas conquistas são frutos de um trabalho coletivo e cada vitória é fruto colhido num galho da árvore da vida, assim, quando a árvore é pequena, o tronco e os primeiros galhos são nossa família, depois surgem galhos novos: nossos primeiros professores, os amigos e assim por diante.

Hoje a árvore continua a crescer e, mais e mais pessoas vão se tornando galhos que sustentam esses frutos. Por isso, meu muito obrigado a cada um de vocês que me dão sustentação e força vital para crescer e frutificar, em especial:

Aos meus pais, Maria Alves e José Batista, por todos os valores, exemplos e ensinamentos transmitidos ao longo da vida. Se hoje, posso sonhar com o pé no chão, se posso lutar com as armas do amor e da verdade, se compreendo que conhecimento é responsabilidade e se quero ver nosso mundo rodeado de ética, igualdade e sabedoria, é por causa deles.

A meus irmãos Jackson, Daliana e Anderson, que sempre estão presentes em minha vida, independente da distância física, o carinho e os cuidados para comigo, minha filha ou esposa em momentos felizes e tristes fazem valer a vida.

À minha esposa Maria Goretti e filha Yasmin, que souberam lidar emocionalmente nas minhas ausências, em casa ao me isolar para produzir meus escritos ou durante as viagens para trabalhar, participar de eventos ou assistir aulas desse curso.

À minha orientadora, Professora doutora Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, por toda a paciência, pela atenção e cuidado admiráveis, em especial, durante as leituras do meu trabalho, suas excelentes contribuições foram fundamentais para qualificar esta dissertação.

Também agradeço a atenção, o carinho e o zelo pela qualidade de ensino dos professores e professoras desse curso, em especial, a professora doutora Marli Teresinha Quartieri e a professora doutora Miriam Ines Marchi. Levo para o nordeste o carisma do sul que está em vocês.

Aos meus colegas de mestrado, em especial, Roni e Patrícia por todo o apoio e ombro amigo, acalmando minha ansiedade e angústia em momentos de tempestade.

Ao Instituto Federal da Bahia, campus Barreiras, por ter me acolhido desde que comecei meu trabalho docente no oeste da Bahia, e por permitir que minha pesquisa fosse realizada no seu espaço educacional. E aos discentes do curso de Licenciatura em Matemática participantes, que trilharam os caminhos que permitiram construir essa pesquisa.

À banca examinadora, pelo tempo dedicado e a leitura cuidadosa desse trabalho, suas contribuições enriquecem profundamente essa dissertação.

Aos amigos e familiares que compreenderam minha ausência em diversos momentos.

Por último, obrigado a todos que caminharam junto comigo essa jornada, me incentivando, se dispondo com afeto e carinho para que eu pudesse chegar até aqui afastando as pedras e colhendo as flores e frutos desse caminho.



## RESUMO

Este estudo aborda, como questão central, o uso de tecnologias digitais livres no processo de letramento digital de futuros professores de matemática. Nesse sentido, apoia-se, principalmente, nas concepções teóricas e práticas do construcionismo defendido por Seymour Papert e José Armando Valente. Como objetivo geral, investigou-se a influência das tecnologias informáticas, em especial as potencialidades e limitações dos *softwares* “*SageMath*” e “*Calc*”, no processo de letramento digital dos discentes do 8º semestre de um curso de licenciatura em matemática. O foco da pesquisa foi a exploração dos *softwares* livres envolvidos e suas respectivas linguagens para beneficiar o letramento digital dos discentes. Para isso, foram aplicadas algumas sequências didáticas que visaram à aprendizagem de alguns conceitos de Matemática e de Estatística. A pesquisa é quali-quantitativa e adotou-se como metodologia uma aproximação com estudo de caso. Os instrumentos de coleta de dados foram: diários de bordo do professor e dos alunos, fóruns do ambiente virtual de ensino e aprendizagem (AVEA), questionários, sequências didáticas e observação do professor pesquisador. A análise de dados foi baseada em duas perspectivas: a primeira, estatística, com base em Martins G. (2008), Martins, M. (2009), Pohlert (2016) e Downig e Clark (2012) para estimativas e análises estatísticas de alguns dados relacionados aos alunos; a segunda, a partir da análise textual discursiva apresentada por Moraes e Galiazzi (2011), com base nos registros escritos desses dados. Os resultados mostraram que os alunos estavam interessados nos recursos tecnológicos digitais, porém, não estavam seguros ou aparelhados quanto à sua utilização como recursos pedagógicos, ou para suas próprias aprendizagens matemáticas. Na avaliação dos *softwares* utilizados, o *Calc* foi o que melhor se adequou ao perfil da turma, oportunizando melhor aproveitamento dos alunos nas atividades. Para eles, o ambiente de trabalho do *Calc* foi mais amigável e intuitivo. Com relação ao *SageMath*, ao seu ambiente de trabalho e à sua linguagem de interação (R e sage), os alunos o consideraram mais complexo e tiveram maior dificuldade de assimilação, em particular, quando precisaram usar os comandos para expressar as soluções nas atividades de aprendizagem. Quanto às influências destas ferramentas no letramento digital, os

alunos relataram que foi significativa e que a partir desta experiência poderão ter mais autonomia e segurança para usar essas e outras tecnologias digitais.

Palavras-Chave: Letramento digital. Softwares *SageMath* e *Calc*. Ensino e aprendizagem da matemática.

## ABSTRACT

The present scientific article brings out the discussion about the viability of the digital technologies introduction, as a part of the mathematics teachers training process. The constructionism defended by Seymour Papert and José Armando Valente in its theoretical and practical conceptions serves, in the present study, as a researching fundamental base. As a main subject selected, figures the computer science influence, specially concerning the “SageMath” e “Calc” mathematics free softwares limitations and potentials, researched in the mathematics undergraduation program, for the eighth semester teachers training. Some mathematics and statistics concepts were applied in the teaching process. For the data collection were used teacher's and students records, virtual forums about the teaching and learning process (AVEA), questionnaires, didactic sequences and the teacher's viewpoint. The data analysis were based on two perspectives: The statistic analysis: Martins G. (2008), Martins, M. (2009), Pohlert (2016) and Downing and Clark (2012). The textual analysis: Moraes and Galiazzi (2011). The result of the present research shows that students have difficulty to use those systems as an educational resource as well as for their own learning. The softwares Calc and SageMath tested shows a better integration between students and the Calc. This software seems to be more interactive. The students considered the Sage Math more complex and more difficult, for its interaction (R e sage). Besides, the great influence of these two softwares in the student's learning process, was reputed as very positive. Providing them much more autonomy and security in the entire learning process.

**Key words:** Digital learning, Softwares SageMath and Calc, Mathematics teaching and learning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Proporção da expansão dos tipos ferramentas computacionais nas escolas brasileiras de 2010 a 2014	31
Figura 2 – Pesquisa sobre o uso das TDIC no Brasil em 2013	32
Figura 3 – Ciclo de Letramento influenciado pela tecnologia	45
Figura 4 – Habilidades que circundam o letramento digital	47
Figura 5 – Interface da planilha <i>Calc</i>	57
Figura 6 – Comparativo Visual das Interfaces do Calc e do Excel	58
Figura 7 – Interface da planilha de cálculo <i>Calc</i>	59
Figura 8 – Manual oficial do <i>Calc</i> pela LibreOffice	60
Figura 9 – Esquema visual da nuvem da <i>internet (cloud computing)</i>	61
Figura 10 – <i>SageMathCloud</i> em funcionamento na nuvem da <i>internet</i>	63
Figura 11 – Plataforma de acesso do Sage <i>Notebook</i>	63
Figura 12 – Cálculo no Sage <i>Notebook</i>	64
Figura 13 – Interface do sistema SageMahtCloud antes do COCALC	65
Figura 14 – Acesso atual do <i>SageMath</i> na plataforma COCALC	65
Figura 15 – Área de produção inicial de projetos no <i>SageMath</i>	66
Figura 16 – Folha de cálculo ( <i>worksheet</i> ) do <i>SageMath</i> a partir do ambiente COCALC	66
Figura 17 – Ambiente AVEA de apoio à pesquisa	79
Figura 18 – Localização geográfica dos campi do IFBA no estado da Bahia	86
Figura 19 – Fachada da entrada principal do IFBA – campus Barreiras	87

Figura 20 – Acesso inicial e <i>foyer</i> do IFBA – campus Barreiras	87
Figura 21 – Questionário virtual inicial desenvolvido para a pesquisa	109
Figura 22 – Perfil de idade e gênero dos sujeitos pesquisados	110
Figura 23 – Apresentação de seminário da sequência didática 1	110
Figura 24 – Números de matriculados X semestre	111
Figura 25 – Indicadores de acesso aos recursos tecnológicos	112
Figura 26 – <i>Softwares</i> usados para aprendizagem	113
Figura 27 – Locais onde acessam os <i>softwares</i>	114
Figura 28- Resultados de adequabilidade avaliados para o <i>Calc</i> e <i>SageMath</i>	116
Figura 29- Interface do <i>SageMath</i>	119
Figura 30 - Relatos dos alunos sobre o <i>SageMath</i>	119
Figura 31- Respostas dos alunos A4 e A15 na questão 5 e 6 do questionário de avaliação prévia	121
Figura 33 – Conhecimento sobre <i>Softwares</i> livres de Matemática	124
Figura 34 - Relatos relacionando <i>Calc</i> e Excel	126
Figura 35 – Conhecimento sobre o <i>Calc</i> e <i>SageMath</i>	127
Figura 36 – Indicador de acesso aos recursos tecnológicos na rede	128
Figura 37 – Apresentação de seminário por um dos grupos	132
Figura 38 – Postagem do aluno A8 sobre o problema das primeiras semanas	133
Figura 39 – Opção do aluno por trabalhar com seu próprio equipamento	134
Figura 40 – Registro de solução da questão 1 da sequência didática 5 do aluno A16	136
Figura 41 – Registro de solução da questão 1 da sequência didática 5 do aluno A12	136
Figura 42 – Registro de solução correta do aluno A12 no sistema <i>SageMath</i>	137
Figura 43 – Dispersão dos dados relativos ao semestre cursado (x) versus desempenho no questionário de conhecimento prévio (y)	140
Figura 44 – Relação do p-valor no teste de <i>Spearman</i>	141
Figura 45 – Conjunto de quatro repostas dos alunos A6, A18, A1, A17, respectivamente, da questão 4 do questionário de conhecimentos prévios	142
Figura 46 – Exemplo de respostas, dos alunos A2 e A15, respectivamente, da questão 7 do questionário de conhecimentos prévios	143
Figura 47 – Exemplo de respostas, dos alunos A2 e A15, respectivamente, da questão 7 do questionário de conhecimentos prévios	143

Figura 48 – Exemplo de respostas do aluno A11, na parte final da questão 6 da sequência didática 4 _____	146
Figura 49 – Comparativo das análises estatísticas paramétricas e suas alternativas não paramétricas _____	149
Figura 50 – Quantitativo de pontos e acertos por atividades S0, S2, S4 e S5 _____	150
Figura 51 – Análise estatística dos resultados obtidos nas atividades S0, S2, S4 e S5, por meio do Teste de Friedman _____	152
Figura 52– Representação da planilha do orçamento produzido pelo aluno A12 _	155
Figura 53 – Representação da planilha de orçamento produzido pelo aluno A2 _	155
Figura 54 – Representações de uma atividade desenvolvida pelo aluno A11 _____	157
Figura 55– Representações de uma solução dada no <i>SageMath</i> pelo aluno A12_	158
Figura 56 – Representações das planilhas estatísticas no <i>Calc</i> pelo aluno A2 _	159
Figura 57 – Representação do gráfico de barras obtido no <i>SageMath</i> pelo aluno A13 _____	160
Figura 58– Registro de comando executado errado e seu aviso, e outro certo _____	161
Figura 59– Registro de comando executado pelo aluno A5 ao desenvolver equação da reta de forma interativa _____	162
Figura 61 – Registro no Questionário de Avaliação do Aluno A9 _____	163
Figura 62 – Registro no Questionário de Avaliação do Aluno A15 _____	164
Figura 63– Postagens dos alunos A14, A12 e A4, referindo-se ao suporte AVEA_	166
Figura 64 – Interações dos alunos A5, A17, A6 e A10, depois de finalizada a atividade 1 _____	167
Figura 65 – Mapa do grupo 1 sobre avaliação de <i>softwares</i> educativos _____	170
Figura 66 – Mapa do grupo 3, sobre instrucionismo e construcionismo _____	171
Figura 67 – Mapa do grupo 4, sobre letramento digital _____	172
Figura 68– Registro no questionário de avaliação do aluno A12 _____	173
Figura 69 – Registro no questionário de avaliação do aluno A16 _____	174
Figura 70 – Registro no questionário de avaliação do aluno A13 _____	174

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Diferentes tipos de letramento digital	49
Quadro 2 – Pacotes disponíveis no <i>SageMath</i>	67
Quadro 3 – Síntese dos resultados obtidos nos portais investigados	70
Quadro 4 – Ações desenvolvidas com os discentes	92
Quadro 5 – Síntese das atividades de intervenção desenvolvidas	93
Quadro 6 – Categorias e dados usados para consulta	105
Quadro 7 – Comparativo dos pontos positivos e negativos dos <i>softwares</i>	120
Quadro 8 – <i>Softwares</i> de matemática x disciplina do curso	129
Quadro 9 – Semestre de curso e a pontuação obtida no questionário de conhecimentos prévios	139
Quadro 10 – Média de pontos obtidos por aluno nas atividades <i>S0</i> , <i>S2</i> , <i>S4</i> e <i>S5</i>	147
Quadro 11 – Síntese descritiva dos resultados quantitativos obtidos no quadro instrumentos mensuráveis	148
Quadro 12 – Total de acertos nos quatro instrumentos <i>S0</i> , <i>S2</i> , <i>S4</i> e <i>S5</i>	150

## LISTA DE SIGLAS

AVEA	Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAS	<i>Computer Algebra System</i>
CD	<i>Compact Disk</i>
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CES	Câmara de Educação Superior
CGI	Comitê Gestor da Internet
CGU	Controladoria Geral da União
CNE	Conselho Nacional de Educação
COCALC	<i>Collaborative Calculation in the Cloud</i>
CSV	<i>Comma-separated values</i>
DOS	<i>Disk Operating System</i>
EAD	Ensino a Distância
HD	<i>Hard Disk</i>
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IBM	<i>International Business Machines</i>



IFBA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PC	<i>Personal Computing</i>
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PROEJA	Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos
PROINFO	Programa Nacional de Informática na Educação
SAGE	Sistema Algébrico e Geométrico de Experimentação
TCU	Tribunal de Contas da União
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TPACK	<i>Technological Pedagogical Content Knowledge</i>

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 Tecnologias Digitais, Educação e Sociedade	26
2.2 Letramento digital	41
2.3 Uso das Tecnologias no ensino da Matemática	50
2.3.1 Planilha eletrônica <i>Calc</i>	55
2.3.2 <i>SageMath</i>	60
2.4 Pesquisas acerca da temática	68
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	78
3.1 Caracterização da pesquisa	78
3.2 Delineamento da pesquisa	83
3.2.1 Técnicas e instrumentos de coleta de dados	84
3.2.2 Caracterização do ambiente	84
3.2.3 Sujeitos da pesquisa	87
3.3 Organização da Intervenção / Prática pedagógica	88
3.4 Aspectos Éticos	102
3.4 Análises de Dados	103
4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	107
4.1 Categorias de análise	108
4.1.1 O que os números dizem	109
4.1.2 Experiências com tecnologias de <i>software</i> livre	123
4.1.3 Dificuldades encontradas no decorrer da intervenção	131
4.1.4 Aprendizagens relacionadas com o uso de <i>softwares</i> livres de matemática	138
4.1.5 A evolução do processo de letramento digital	165
5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	176

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	184
APÊNDICE A – Termo de concordância da direção da instituição de ensino	198
APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido	199
APÊNDICE C – Questionário Inicial	201
APÊNDICE D – Questionário de conhecimentos prévios	203
APÊNDICE E – Sequência didática 1	207
APÊNDICE F – Guia de introdução às funções do <i>Calc</i>	210
APÊNDICE G – Sequência didática 2	216
APÊNDICE H – Sequência didática 3	224
APÊNDICE I – Guia de introdução às funções do <i>SageMath</i>	228
APÊNDICE J – Sequência didática 4	237
APÊNDICE K – Sequência didática 5	246
APÊNDICE L – Questionário de avaliação de <i>software</i> educacional	250
APÊNDICE M – Questionário de avaliação de prática pedagógica pelo discente	256
ANEXO A – Matriz curricular do curso pesquisado	257
ANEXO B – Correlação de Spearmam	258
ANEXO C – Teste de Friedman	259

## 1 INTRODUÇÃO

A educação contemporânea tem passado por um processo contínuo de transformação, decorrente das revoluções ocorridas ao longo do tempo. Dentre estas, destaco a revolução tecnológica. Esta ainda permanece e é responsável, entre outras coisas, pelo aprimoramento dos meios de produção e comunicação e o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias. A partir disso, novas relações sociais, culturais e econômicas são estabelecidas na sociedade.

Nesse contexto, Castells (1999) denominou essa sociedade como “Sociedade em Rede”, que é fortemente marcada pelos avanços das tecnologias digitais, em especial da informática e da *internet*. Além disso, também surgiram no campo científico outras denominações mais genéricas para essa sociedade, tais como as mencionadas na pesquisa de Takase (2007) que a chamou de “Sociedade da Informação” ou “Sociedade do Conhecimento” ou mesmo “Sociedade da Informação e do Conhecimento”.

Assim, ao viver em uma sociedade em rede, torna-se inevitável lidar com ferramentas tecnológicas, tais como computador, *softwares*, *internet*, *smartphones*, entre outros. Nesse contexto, verifico que o conceito “Ciberespaço”, levantado por Lévy (1999), relaciona-se muito bem com esse conceito de sociedade, pois significa um espaço aberto pela interconexão dos computadores em rede mundial e, apesar de não se referir diretamente ao processo educativo, tem feito parte constantemente dessa discussão na Educação.

A ideia desse autor sobre “Ciberespaço” é parte do contexto da “Cibercultura”, que representa uma cultura formada pela soma das inteligências individuais compartilhadas a partir das tecnologias digitais, para dar forma a uma inteligência coletiva, ou seja, uma construção coletiva de saberes mediados tecnologicamente. Além disso, o Ciberespaço também expressa a infraestrutura técnica-tecnológica (cabos, redes, protocolos, etc.) denominada *Internet* (JUNIOR; PARIS, 2007).

Nos dias atuais, as tecnologias digitais da informática desempenham importante papel na sociedade, pois flexibilizam o tempo e o espaço (como, por exemplo, *softwares* de comunicação instantânea como os de vídeo conferência) e outros que potencializam a produtividade (como, por exemplo, os *softwares* de suíte de escritório<sup>1</sup>, *softwares* de gerenciamento financeiros e sistemas inteligentes implementados em robôs). Destas tecnologias, se destacam o computador, os *softwares* e a *internet*, devido a importância que têm como recurso de comunicação e de busca por informação (JUNIOR; PARIS, 2007). Nesse sentido, Cox (2008) defende que a junção destes recursos vem contribuindo desde as últimas décadas, em diversos setores da sociedade, inclusive na Educação.

Nesse cenário em que tecnologias informáticas e educação caminham lado a lado, a concepção de “letramento digital” que apresento nesse estudo, baseia-se inicialmente, em concepções de autores como Soares (2002), Xavier (2005), Souza (2007), Coscarelli (2015), Dudeney, Hockly e Pegrum. (2016), entre outros. Tais autores destacam o papel das tecnologias digitais no processo de letramento.

Nessa perspectiva, considero que a ênfase não está no “uso”, mas na “usabilidade<sup>2</sup>” dos recursos tecnológicos. Ao tomar emprestado da informática o termo “usabilidade” e aplicá-lo ao contexto de tecnologia educacional, busco uma aproximação da concepção de letramento digital com a concepção denominada “alfabetização digital”, mencionada por autores como Borba e Penteado (2005) e Buzato (2001, 2007).

---

<sup>1</sup> Segundo Wikipédia (2017), “**suíte de escritório** ou **pacote office** são expressões que remetem ao conjunto integrado de aplicativos voltados para as tarefas de escritório, tais como editores de texto, editores de planilhas, editores de apresentação, aplicativos, agenda de compromissos, contatos, entre outros”.

<sup>2</sup> Segundo normatização ISO 9241-1, **usabilidade** é a medida pela qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com **efetividade**, **eficiência** e **satisfação** em um contexto de uso específico. Adaptando para uma linguagem mais simples seria a facilidade com que os sujeitos podem empregar uma ferramenta ou objeto a fim de realizar uma tarefa específica e importante.

Esse novo tipo de alfabetização designa no geral, segundo Buzato (2007), a capacidade de utilizar os recursos digitais para inclusão digital e isso compreende reconhecer as possibilidades da informática, bem como seu uso para resolver necessidades básicas na sociedade. No caso dessa pesquisa, visará solucionar questões relacionadas às áreas de Matemática e Estatística.

Porém, como fundamento norteador, considero, segundo ideias de Xavier (2005), Coscarelli (2015) e Frade (2015), que o conceito de letramento digital contempla o de alfabetização digital. Daí a razão pelo destaque desse termo nessa pesquisa, pois o mesmo não concentra suas técnicas e métodos apenas nas competências de leitura e escrita em meio digital, mas acima de tudo, enfatiza a capacidade dos sujeitos letrados em utilizar tais leituras e escritas de forma crítica, efetivando-as como práticas sociais.

Não é do interesse dessa pesquisa, discutir sobre a natureza epistemológica das categorias: letramento digital e alfabetização digital, nem abordar com profundidade suas diferenças ou semelhanças, mas sim, tratar da usabilidade da tecnologia, em especial os *softwares* livres *SageMath*<sup>3</sup> e o *Calc*. Com isso, viso aperfeiçoar o letramento digital, bem como avaliar as ferramentas e práticas que decorreram desse uso nos processos de ensino e aprendizagem da matemática dos sujeitos investigados.

Devo ressaltar que não estou interessado na concepção epistemológica do letramento digital. No entanto, visei acompanhar os avanços do processo de letramento digital nas práticas pedagógicas desenvolvidas e refletir sobre isso a partir da análise e dos resultados advindos, com base no referencial teórico.

Penso que, ao possibilitar que os alunos interajam com objetos do conhecimento matemático e com os *softwares* livres propostos na pesquisa, possibilito que adquiram mais segurança e competência no uso da tecnologia e, por consequência, aperfeiçoem-se no letramento digital.

---

<sup>3</sup> *SageMath* ou *SageMathCloud*, ou simplesmente SAGE - Sistema Algébrico e Geométrico Experimental, é software matemático com características que cobrem muitos aspectos da matemática, incluindo álgebra, análise combinatória, estatística teoria dos números e cálculos. Foi criado por William Stein, em 2005, na Universidade de Washington. Atualmente, também funciona na nuvem da *internet* agregado à plataforma COCALC.

Nesse contexto, os alunos puderam dialogar opinar e registrar informações a partir dos instrumentos desenvolvidos para coleta de dados, bem como interagiram em processos computacionais *online* e *off-line*. Nestas oportunidades puderam criar recriar, compartilhar e socializar os conhecimentos matemáticos, estatísticos e tecnológicos, em busca de uma aprendizagem real a partir da interação com o virtual.

A abordagem pedagógica que considerei nessa pesquisa, tomou como base a teoria construcionismo de Seymour Papert (1994). Nessa teoria, o computador é valorizado como ferramenta pedagógica e privilegia a utilização de *softwares* que permitam desafiar e motivar o aluno na construção de seu próprio conhecimento, tal como propôs em seus estudos com a linguagem LOGO<sup>4</sup>. Acredito que essa perspectiva pode ser potencializada com os computadores conectados à *internet*.

Portanto, ao considerar como eixo temático dessa pesquisa, o letramento digital na Licenciatura em Matemática mediado por tecnologias digitais livres, procurei uma convergência de concepções relacionadas com letramento digital, linguagem matemática e uso de *softwares* livres de matemática. Assim, utilizei a inter-relação entre essas questões para compor a questão norteadora da pesquisa que é: “Como os *softwares SageMath* e o *Calc* contribuem para o processo de letramento digital e aquisição de saberes matemáticos de um grupo de discentes do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFBA<sup>5</sup>)?”.

Desta forma, o desafio foi integrar as ferramentas da informática (*softwares* e *internet*), além de mediar o processo pedagógico, visando alcançar como resultado para os alunos, o desenvolvimento de habilidades práticas, teóricas e reflexivas a partir da elaboração, aplicação e avaliação de recursos digitais no contexto do ensino e da aprendizagem de conceitos da área da Matemática.

---

<sup>4</sup> **Logo** é uma linguagem de programação interpretada, criada por Seymour Papert e Wally Feurzeig, em 1967. É utilizada com grande sucesso como ferramenta de apoio ao ensino e aprendizagem matemática de crianças, jovens e adultos regular e aprendizagem em conceitos de programação de computadores.

<sup>5</sup> A pesquisa foi desenvolvida no âmbito do curso de licenciatura em Matemática do IFBA, campus Barreiras-BA. A disciplina diretamente envolvida no processo foi Informática Aplicada ao Ensino da Matemática onde atuei como docente.

Para corresponder ao duplo desafio foi definido como objetivo principal: “analisar as potencialidades e limitações do uso dos *softwares SageMath* e *Calc* no processo de letramento digital de um grupo de discentes do curso de Licenciatura plena em Matemática do IFBA, campus Barreira”. Para contemplar o objetivo geral, defini os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os conhecimentos prévios do grupo de alunos do curso de Licenciatura em Matemática quanto ao uso de *softwares* livres de matemática e letramento digital.
- Desenvolver e explorar conceitos matemáticos e estatísticos, e linguagem simbólica em ambiente computacional a partir dos *softwares SageMath* e *Calc*.
- Propiciar o letramento digital dos alunos a partir do reconhecimento dos aspectos didáticos e pedagógicos da inclusão das tecnologias digitais.
- Identificar as limitações e potencialidades dos *softwares SageMath* e *Calc* nos processos de letramento digital e aquisição de conhecimentos matemáticos.

Diante dessa perspectiva, gostaria de destacar minha motivação principal para a escolha do tema que abordo nessa pesquisa. Sua origem ocorreu a partir de minhas reflexões docentes no curso de Licenciatura em Matemática do IFBA, campus Barreiras, desde 2014. Lá, ao lecionar a disciplina Informática Aplicada ao Ensino da Matemática, pude verificar que alunos que haviam cursado a maior parte das disciplinas do curso (na época entre os 8º e 10º semestres), ainda apresentavam concepções sobre uso de tecnologias que não eram correspondentes aos saberes previsto para aquela trajetória.

Como justificar tal contexto em uma disciplina que tinha pré-requisitos como Informática I e II, Cálculo Numérico? Que tipo de abordagem tecnológica e pedagógica marcaram as práticas de ensino e aprendizagem com uso de tecnologias digitais e matemáticas nessas disciplinas ou em outras que porventura tenham feito uso de tecnologias durante atividades de ensino? Pensar em respostas para essas questões ajudaram a delinear o problema que apresento nessa pesquisa. Nesse contexto, percebi a necessidade de discutir e intervir no âmbito das práticas de ensino que circundavam o contexto tecnológico do curso.



Tais concepções somam-se às concepções levantadas nos primeiros parágrafos deste estudo e visam a auxiliar na reflexão e na prática sobre uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no contexto educacional do ensino da matemática. Ressalto ainda, que nos últimos anos, incluindo o momento atual, a exploração das TDIC na educação matemática, em particular, o uso de *softwares* educativos, o acesso e utilização de recursos multimídias e *internet*, entre outras tecnologias, têm sido alvo de debates, de estudos e pesquisas (GRAVINA; SANTAROSA, 1999; ZANETTE, 2000; BRASIL, 2000, 2002, 2006; BORBA; PENTEADO, 2005; BORBA, 2010; GRAVINA et al., 2012).

Nesse sentido, o uso destes *softwares SageMath* e *Calc*, contou com o suporte metodológico de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem - AVEA (Moodle), que foi desenvolvido anteriormente por mim e aplicado durante o processo de intervenção pedagógica. O fato de ser um ambiente educativo, de baixo custo e de fácil acesso permitiu essa escolha.

Por meio dessas ferramentas, busquei promover aos alunos, o aperfeiçoamento de suas capacidades de explorar conceitos matemáticos, além da ampliação de suas alfabetizações tecnológicas, isso a partir das interfaces, linguagens e funcionalidades das ferramentas mencionadas (ROJAS et al., 2008; BORBA, 2010; PIVA et al., 2012).

Outra razão que me motivou para escolha dessas ferramentas é socioeconômico, pois a utilização das tecnologias livres se justifica pelo baixo custo e por trazerem em sua concepção de desenvolvimento e distribuição, princípios de liberdade, de cooperação e de socialização (CAMPOS, 2006). Portanto, são bem-vindos ao contexto educativo.

A partir da minha experiência com *softwares* livres, no decorrer de mais de uma década de ensino da matemática, percebo que a utilização desse tipo de tecnologia pode exigir dos alunos, em certos casos, uma maior atenção e investigação. O que pode ser motivada, por exemplo, pela falta de tradução do *software* para língua portuguesa ou pela dificuldade de assimilar a quantidade e complexidade de informações disponibilizadas no sistema de ajuda do programa, ou mesmo nos tutoriais da *internet*, além da própria linguagem necessária para interagir com o sistema.

Além destas justificativas, verifico ainda, que a proposta que apresento vai ao encontro das sugestões recomendadas pelo parecer CNE/CES nº 1.302 de 2001, do Conselho Nacional de Educação e Câmara de Educação Superior do MEC. Estas Diretrizes Nacionais são destinadas aos Cursos de Bacharelado e Licenciatura em Matemática, e destacam na licenciatura, a importância de práticas pedagógicas que contemplem o uso de recursos tecnológicos, tanto para o ensino quanto para aprendizagem da matemática (BRASIL, 2001).

Outro aspecto é proporcionar aos alunos da licenciatura e futuros professores, melhores condições para satisfazer o que é previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), de 1997 e 2000, que alertam os educadores para inserir a tecnologia como dimensão estratégica da cultura e da educação. Além disso, mais recentemente em 2013, surgiram as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica que abordam acerca da necessidade de professores e alunos utilizarem estes recursos visando à aquisição de saberes e competências (BRASIL, 1997, 2000, 2013).

Portanto, a exigência por saberes relacionado às tecnologias digitais tem sido, por mais de uma década, colocada como algo importante para o processo de ensino e aprendizagem da matemática. No entanto, nem sempre são bem compreendidas por professores e alunos no contexto educacional (BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2015). Nesse sentido, a pesquisa também contribui para os sujeitos aperfeiçoarem suas práticas pedagógicas permitindo uma melhor compreensão acerca dessa questão.

Diante do exposto até aqui, também penso ser relevante destacar que as concepções e motivações para essa pesquisa estão intimamente relacionadas com as minhas vivências enquanto professor-pesquisador, pois desde a época de estudante universitário quando cursei a Licenciatura em Ciências com habilitação em Matemática, tenho dedicado minha atenção para os *softwares* educacionais de matemática e os hipertextos da *internet*. Porém, essa descoberta não foi inteiramente fruto de ações pedagógicas ou didáticas das disciplinas do curso de licenciatura, pois o mesmo não focava os aspectos pedagógicos do uso da tecnologia, limitando-se apenas como ferramenta de apoio em disciplinas específicas, como, por exemplo, Cálculo Numérico e Introdução à Informática.

Portanto, ressalto que os conhecimentos acerca de alguns *softwares* de matemática e de outros recursos da informática, voltados para o ensino, foram pouco incentivados em minha formação acadêmica pelos docentes do curso de Licenciatura. A partir disso, passei a refletir acerca da importância do uso pedagógico dessas ferramentas tecnológicas, visando contribuir para inserção destes no ensino da matemática.

Destaco que, após conclusão do curso de licenciatura, assumi a carreira pública de professor de matemática e já me especializando na área de formação inicial, continuei acompanhado a evolução desses recursos, com atenção especial para os *softwares* com licença livre (*open source*) ou *freeware*, tais como, o *Winplot*, o *Calc*, o *Geogebra*, o *SageMath*, entre outros.

Entre reflexões do passado e do presente e por atuar como professor de Informática Aplicada ao Ensino da Matemática (relacionada ao contexto da pesquisa), sempre esperei que a discussão e as práticas desenvolvidas na disciplina ajudassem os alunos a compreender os fundamentos teóricos e práticos, voltados para o uso da tecnologia digital no ensino da matemática. Porém, resumir essa discussão a uma disciplina não seria possível, nem garantiria sanar o déficit no letramento digital dos mesmos. Logo, ao fazer essa pesquisa procuro amenizar essas inquietações.

Diante da amplitude do tema, a pesquisa se concentrou nas questões teóricas relacionadas aos *softwares* livres de matemática e o letramento digital. Outras questões presentes no cenário da pesquisa como, letramento matemático, uso pedagógico do AVEA, representações semióticas em ambiente computacional ou registrado em atividades escritas, entre outras possíveis, poderão ser objetos de pesquisas no futuro.

Os resultados obtidos nessa pesquisa apontam que houve um maior dinamismo no processo de ensino e aprendizagem da matemática, porém o uso eficiente dos *softwares* em aplicações da matemática visando aprendizagem exigiu uma maior compreensão da lógica simbólica concernente às linguagens desses *softwares*, em especial as linguagem R e Sage, que foram usadas como parte das atividades desenvolvidas no *SageMath*. Nesse caso, foi uma dificuldade superada parcialmente pelos alunos ao desenvolverem suas atividades.

Além disso, verifiquei que falta de base teórica nos conhecimentos matemáticos ou estatísticos, como por exemplo, nos conceitos relacionados com medidas de posição de variáveis estatísticas e equação segmentária da reta, desfavoreceu os alunos no desenvolvimento de suas soluções. Isso fica evidenciado nos erros de suas escritas e representações ou pela ausência desses registros nas suas respectivas respostas.

Conclui também, que em níveis mais complexos da matemática e da estatística a eficiência da aplicação dos *softwares* nos processos de aprendizagem será melhor desenvolvida quanto maiores forem os conhecimentos da linguagem computacional e matemáticos envolvidos na interação entre sujeitos e *softwares* livres. E que nesse caso, exigia mais tempo do que foi proposto para apropriação das linguagens.

Em nível mais elementar, a planilha eletrônica se sobressai como ferramenta tecnológica de ensino pela facilidade de uso de seus comandos automáticos. Essa ferramenta foi melhor assimilada pelos alunos pois, exigiu deles menos conhecimentos teóricos, porém, sem deixar de mobilizar atitudes positivas, como organização, criatividade e autonomia, mostrada principalmente na elaboração da planilha de orçamento financeiro familiar.

Nessa pesquisa não houve atividades num nível muito avançado, porém, foram exploradas funções complexas do *SageMath*, como, por exemplo, os comandos *Interaction* e *function*. Isso permitiu aos alunos avaliar positivamente o potencial do *SageMath* para aplicações básicas e avançadas em diferentes áreas de conhecimento científico.

Diante desse cenário descrito até aqui, acredito que pesquisas sobre fenômenos relacionados às TDIC no contexto da educação matemática podem apoiar o ensino, e a recíproca disso também pode ser considerada. Assim, a partir dessa pesquisa, reafirmo minhas convicções a favor do uso das tecnologias no ensino e espero adquirir novos olhares sobre as relações que se estabelecem nesse campo do conhecimento. Estes olhares podem ser para mim, a ponte para desenvolvimento de novas pesquisas no futuro.

Nesse sentido, a pesquisa contribui e contribuirá para amenizar as carências de alfabetização tecnológica dos futuros professores de matemática, que aqui relacionei ao contexto do letramento digital.

Além desta introdução, a qual denomino como capítulo introdutório, no capítulo dois a seguir, apresento as teorias que fundamentam essa pesquisa. A partir delas, busquei compreender algumas questões que norteiam os processos tecnológicos de ensino e aprendizagem da matemática, em especial com uso de tecnologias digitais. Tais tecnologias são aqui representadas por dois *softwares* livres de matemática, o *Calc* e o *SageMath*, entre outras ferramentas de apoio metodológico (*AVEA moodle* e *internet*). Além disso, interliguei esse tema com o contexto de letramento digital, que aqui representou uma competência para além da alfabetização tecnológica, pois incorporou o aspecto pedagógico. Nos dias atuais, o letramento digital tem sido valorizado como competência pessoal e profissional, tanto no âmbito da sociedade da informação, quanto na educação do século XXI.

No capítulo três apresento os procedimentos metodológicos que visaram alcançar os resultados previstos nos objetivos dessa pesquisa. Nesse tópico, serão detalhados, os sujeitos investigados, os instrumentos e as técnicas de coletas de dados, além de imagens e representações relacionadas com os momentos e com os ambientes da intervenção pedagógica, entre outros aspectos metodológicos, que permitem explorar, assimilar e descrever as informações relacionadas aos fenômenos de letramento digital e aquisição de saberes matemáticos dos alunos pesquisados.

No capítulo quatro analiso os dados coletados, e para isso, utilizo a abordagem da análise textual discursiva. Porém estas serão incrementadas com análises estatísticas originadas a partir dos dados do mesmo grupo de alunos. Portanto, por um lado analiso qualitativamente a partir das informações subjetivas (opiniões e registros em linguagem natural nos instrumentos de pesquisa), e por outro, quantitativamente a partir das estatísticas desenvolvidas nas avaliações dos *softwares* e no desempenho da aprendizagem dos alunos. Tais dados e suas análises corroboram com uma maior compreensão sobre a questão problema que deu origem a essa pesquisa.

No capítulo cinco apresento minhas considerações finais, que são em síntese, algumas ponderações e reflexões sobre os processos envolvidos nessa pesquisa. Analiso as consequências do processo de intervenção com os alunos e discuto suas implicações no momento atual e no contexto futuro de minhas práticas de ensino e pesquisas no campo educacional.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste item são abordados os fundamentos teóricos da pesquisa que visam uma melhor assimilação sobre os objetos da pesquisa e suas implicações no campo científico.

Inicialmente, no subcapítulo 2.1 apresento concepções teóricas mais gerais sobre a questão das tecnologias digitais, que, desde a última década do século XX, têm tido uma repercussão considerável no meio educacional, em virtude principalmente da evolução das formas (mídias digitais) e dos meios (ambientes virtuais) pelos quais as informações (comunicação e dados) são produzidas e compartilhadas. Nesse contexto, abordo as tecnologias informáticas e seus impactos na sociedade e também na educação, pois ambas se influenciam mutuamente.

No subcapítulo 2.2 descrevo alguns conceitos referentes ao letramento digital. Ressalto, nessa parte, a dificuldade de definir com precisão esse conceito, em especial, pelo fato de existir variedade de letramentos digitais, além de se tratar de tema relativamente novo na educação. Apesar desse desafio, adotarei uma definição com base nesse levantamento teórico.

No subtítulo 2.3 apresento discussões relacionadas com o uso das tecnologias no ensino da matemática, com especial atenção sobre as ferramentas

tecnológicas (*Calc* e *SageMath*), além de descrever suas interfaces e informações necessárias à compreensão do contexto de sua utilização.

Por último, no subtítulo 2.4 trago alguns estudos que têm temática próxima do contexto desta pesquisa. Nestes, pode-se verificar como as tecnologias foram usadas no contexto do ensino da matemática, bem como as reflexões que surgem nesse contexto, tanto por parte de alunos como professores.

## 2.1 Tecnologias Digitais, Educação e Sociedade

No mundo atual, a integração entre tecnologia, educação e sociedade é uma questão evidente. Em especial, “tecnologia e educação são indissociáveis” (KENSKI, 2007). Não podemos negar a presença cada vez mais constante da tecnologia no cotidiano das pessoas, servindo como exemplos, operações bancárias num caixa eletrônico, compras numa loja virtual da *internet*, videoconferências entre pessoas distantes a milhares de quilômetros, aulas no sistema de Educação a Distância (EAD).

Os contextos citados anteriormente são exemplos de como os avanços da tecnologia, em especial das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC<sup>6</sup>), afetam nossas vidas na sociedade contemporânea. Nesse sentido, Pereira e Silva (2010, p. 152) colocam que:

As mudanças ocorridas nas últimas décadas, sobretudo os avanços tecnológicos, têm relevância nos setores público e privado, bem como nos contextos social, político e econômico [...]. As modificações ocasionadas nos processos de desenvolvimento, e suas consequências na democracia e cidadania, convergem para uma sociedade caracterizada pela importância crescente dos recursos tecnológicos e pelo avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) com impacto nas relações sociais, empresariais e nas instituições. É a denominada Sociedade da Informação e do Conhecimento que cogita uma capacidade constante de inovação.

Tratando da estrutura que determina as TDIC, Ramos (2008) coloca que ela refere-se aos instrumentos para processar a informação, bem como comunicá-la,

---

<sup>6</sup> Nesse trabalho o termo tecnologia digital da informação será tratado como sinônimo de tecnologia da informação, portanto, nesse contexto, TIC e TDIC terão o mesmo sentido. Nas citações, porém, os termos seguirão a nomenclatura usada por seus autores originais.



advindos da Revolução proporcionada pela informática e descrita pelo autor como Terceira Revolução Industrial. Em adição, o autor comenta que a informática vem se desenvolvendo gradualmente a partir da segunda metade da década de 70, e atingiu um patamar de destaque nos anos 90 do mesmo século. Nesse sentido, o autor ainda considera que o surgimento da informática e a forma de seu uso por parte das pessoas, empresas e governo possibilitou o surgimento da sociedade da informação.

Buscando situar o contexto das tecnologias informáticas no cenário das TIC, Chiavenato (2004) considera a informática como área do conhecimento inserida no âmbito da tecnologia<sup>7</sup>, e, neste, o computador tem assumido papel de destaque, desde meados do século XX.

Além do aspecto mencionado anteriormente, o autor coloca que a informática se transformou num importante conjunto de ferramentas tecnológicas, disponíveis às organizações e às pessoas que delas se utilizam para desenvolvimento da economia e da sociedade. Para isso, contam com benefícios promovidos por estas tecnologias, tais como, a agilidade no processo de decisão e otimização no uso dos recursos de *software*, *hardware* e *peopleware* disponíveis.

O autor complementa ainda que “o emblema do mundo na Era da Informação e na entrada do terceiro milênio é o computador. O sucesso da informática reside no espetacular aumento da eficácia em todas as operações que dependam dela. A informática é um poderoso instrumento de produção e dinamização das informações” (Ibid., p. 436).

Para Cano (1998), a visão da informática como algo presente em todos os lugares é a uma generalização exagerada, mas não contraditória. Como não perceber sua importância quando se trata de redução de tempo nas atividades rotineiras ou de acessar grande quantidade de informação, algo cada vez mais comum na sociedade da informação? Nesse sentido, a autora afirma que:

[...] a informática de forma mais ou menos manifesta, tem aumentado consideravelmente a presença em nossa vida. O fenômeno informático tem

---

<sup>7</sup> Segundo o dicionário Aurélio, o termo tecnologia refere-se ao "conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade; é o vocabulário peculiar de uma ciência".

uma breve história, mas é impossível de deter, provoca inquietação e, ao mesmo tempo, é fascinante, avança com grande velocidade e, em certas ocasiões, origina angústias diante da dificuldade para seguir a sua rápida evolução (CANO, 1998, p. 158).

Ainda sobre a ótica da informática, levo em consideração a afirmação de Junior e Paris (2007, p. 13), quando colocam que:

O desenvolvimento da informática constitui um marco na história da humanidade. Sua popularização provocou, e ainda provoca drásticas mudanças em atividades de todos os segmentos empresariais e também na vida pessoal.

Completando essa ideia, o documento intitulado “Política Pública de Inclusão Digital”, desenvolvido pelo Tribunal de Contas da União, em 2015, defende que:

O desenvolvimento da informática e a acelerada expansão da *internet* trouxeram novas formas de interação social e econômica, além de propiciar acesso a volumes significativos de informação custodiados em arquivos virtuais. Essa revolução informacional transforma vidas e nações. São incontáveis as oportunidades de desenvolvimento econômico e social facilitadas pelo uso em larga escala das tecnologias de informação e comunicação (TIC) (BRASIL, 2015, p. 15).

Nesse contexto, ao ler Castells e Cardoso (2005), percebo que suas afirmações corroboram as ideias mencionadas anteriormente. Os autores ainda chamam a atenção para a influência da sociedade no desenvolvimento da própria tecnologia, além de acreditar que as TDIC vão sendo moldadas internamente quando utilizadas com fins sociais. Nesse sentido, o autor coloca que a sociedade não é determinada pela tecnologia, mas é ela que dá forma à tecnologia de acordo com as necessidades, valores e interesses das pessoas que a utilizam, inclusive influenciada por aspectos sociais (ibid., p. 17).

Nesse contexto de mudança e de transformações na sociedade, motivadas principalmente pelos avanços tecnológicos, surge a “sociedade em rede”, termo usado por Castells (1999) como sinônimo para a sociedade da informação ou sociedade do conhecimento. Ainda para Takase (2007, p. 34),

A Sociedade da Informação é a nova forma de organização de pessoas, empresas e governos, onde a informação e o conhecimento tornaram-se o principal ativo. [...] Esta sociedade, que tem a informação como fator preponderante, surgiu como transformação da sociedade industrial, e é denominada “Sociedade da Informação” ou “Sociedade do Conhecimento” ou ainda “Sociedade da Informação e do Conhecimento” (TAKASE, 2007, p. 34).

Além disso, Takase (2007, p. 35), com base em ideias de Castells, entre outras influências, ressalta em seus estudos as principais características desse modelo de sociedade do conhecimento, em que informação e conhecimento são usados para gerar, com inovação, novas informações, e isso num fluxo contínuo de criação. Fatores que favoreceram tais transformações:

- o surgimento das novas tecnologias de informação e comunicação alterou profundamente o *modus operandi* e o *modus vivendi* da sociedade;
- o crescimento exponencial das informações disponibilizadas;
- a *Internet*, como o símbolo da estrutura desta sociedade, a sociedade em rede;
- o acesso, em tempo real, às informações localizadas em pontos remotos do planeta;
- a possibilidade de grupos de discussão, de teleconferências, de ensino à distância, de forma simultânea com pessoas em diferentes locais.

O termo “sociedade em rede”, mencionado por Takase (2007), tem Manoel Castells como principal referência. Este, por sua vez, usou esse termo como título de seu livro “A Sociedade Em Rede”, o que evidencia, em sua própria escrita, a influência das tecnologias digitais da informática, mais precisamente a rede de computadores interligados mundialmente ou *internet*. Tal contexto, abordado por Castells (1999) e por Takase (2007), faz compreender a *internet* como uma rede que interliga a sociedade contemporânea em âmbito global.

Os autores reforçam, ainda, que a rede mundial de computadores só é possível, por meio de uma infraestrutura tecnológica formada por computadores e dispositivos móveis conectados em rede, formando uma grande teia mundial, denominada formalmente de *World Wide Web*, ou *www*, ou ainda *web*<sup>8</sup>. Na tentativa de definir essa sociedade de forma mais simplificada, Castells (2005, p. 20) coloca que:

---

<sup>8</sup> Corresponde a uma interligação de hipermídias, interligadas e executadas na *internet*.

A sociedade em rede, em termos simples, é uma estrutura social baseada em redes operadas por tecnologias de comunicação e informação fundamentadas na microelectrónica e em redes digitais de computadores que geram, processam e distribuem informação a partir de conhecimento acumulado nos nós dessas redes (CASTELLS, 2005, p. 20).

Como já mencionado, o advento da *internet*, no final do século passado, também foi um fenómeno proveniente da evolução tecnológica. Ela tem se destacado nestas últimas décadas, não só por ter ampliado a comunicação para um novo patamar, o da comunicação virtual de carácter assíncrono (*e-mail*, fórum, *blog*, etc.) e síncrono (*web* conferência, *chat*, etc.), como também por influenciar na criação de novos valores sociais, o valor da liberdade individual e da comunicação aberta (CASTELLS, 2003).

Ainda para o autor, as estatísticas demonstram que o acesso à *internet* tem cada vez mais aumentado nos dispositivos móveis e decrescido nos computadores pessoais (CASTELLS, 2003). Kenski (2014) também compartilha das concepções levantadas por Manoel Castells. Para a autora, o “contínuo avanço tecnológico já leva os principais desenvolvedores a rotularem os novos tempos de “era pós-PC”, caracterizada pela disponibilização de redes e da *internet* em dispositivos e objetos” (ibid. p. 44).

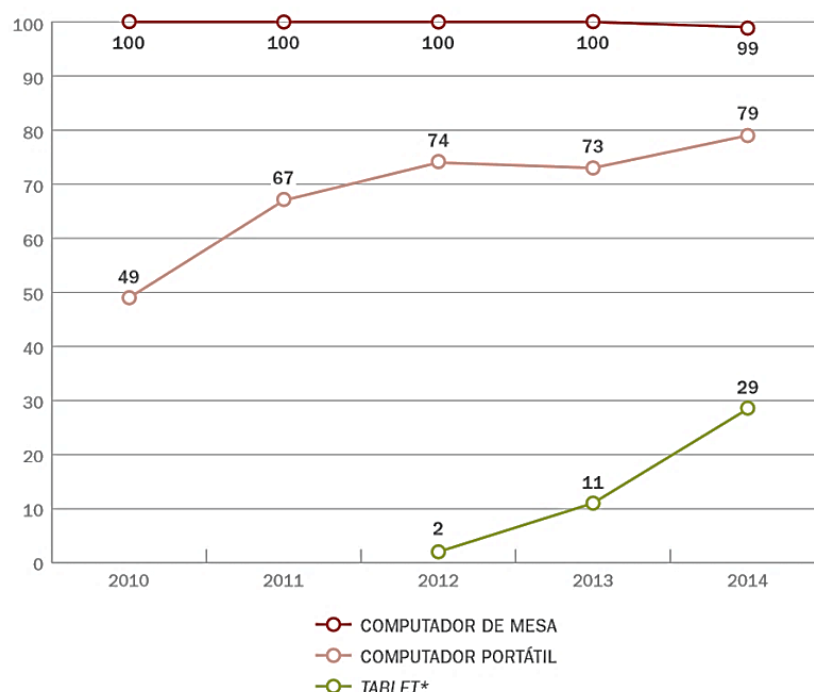
Entretanto, o termo usado por ela não significa o fim do PC - *personal computer* ou apenas computador (genericamente). Apenas designa a dinâmica que vem ocorrendo nas últimas duas décadas, frente ao processo de inovação e desenvolvimento de novas formas de interagir e usar o computador e seus recursos de *software*. Estes são, incontestavelmente, a marca efetiva da evolução das tecnologias informáticas e, conseqüentemente, das TIC, na passagem do século XX para o século XXI.

Demo (2008, p. 133), quando perguntado sobre a linguagem do século XXI, respondeu que esta ainda permeia a linguagem do “computador porque o computador, de certa maneira, é uma convergência. Quando se fala de nova mídia, falamos tanto do computador como do celular”.

Mesmo diante da recessão sofrida pelos computadores pessoais – PC nos últimos anos, em comparação com outras tecnologias inovadoras, essa ferramenta

tecnológica ainda representa um recurso de impacto social. Também é a principal base da infraestrutura tecnológica no âmbito da educação (CGI.br, 2013, 2014). Conforme ilustrado no gráfico da Figura 1, estes dados revelam a evolução dos computadores portáteis no decorrer do período entre 2010 e 2014. Percebe-se que o número de computadores pessoais, estes de que dispomos em nossas casas ou nos nossos locais de trabalho, de forma fixa, têm sido menos procurados e mantêm-se num patamar instável. Este gráfico é parte de uma pesquisa sobre TIC nas escolas brasileiras, realizada pelo Comitê Gestor da *Internet* no Brasil (CGI.br) em 2014.

Figura 1– Proporção da expansão dos tipos ferramentas computacionais nas escolas brasileiras de 2010 a 2014

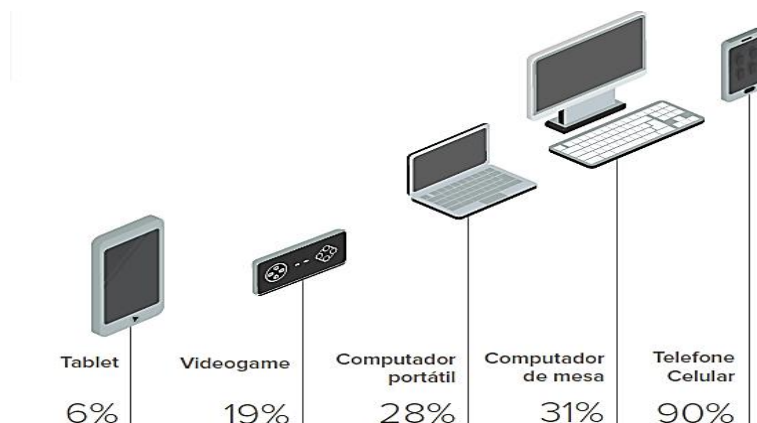


\*Item não pesquisado antes de 2012.

Fonte: Comitê Gestor da *Internet* no Brasil, 2014.

Outro dado interessante apresentado no levantamento sobre inclusão digital do TCU, em 2015, também expressa a realidade das TDIC no contexto brasileiro, conforme aponto na Figura 2. O gráfico mostra a predominância da tecnologia móvel, como também demonstra o computador como segunda e terceira alternativa de uso no contexto brasileiro (CGI.br, 2013 apud BRASIL, 2015).

Figura 2 – Pesquisa sobre o uso das TDIC no Brasil em 2013



Fonte: CGI.br, 2013 apud TCU, 2015.

Nesse contexto, apesar de as discussões sobre o uso de celulares e/ou *smartphones* na educação terem um apelo muito forte nos dias atuais (DEMO, 2008; CGI.br, 2013; KENSKI, 2014), direcionarei o foco para o computador e suas ferramentas de *software*. Estas, por sua vez, também vêm evoluindo em meio aos diferentes incrementos proporcionados pelos avanços nas tecnologias de *software* e advindas da *internet* (VALENTE, 1993, 1997, 1999; PAIS, 2005; BORBA; PENTEADO, 2005; COX, 2008; TARJA, 2008; MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2015).

A partir desse fenômeno de constante evolução tecnológica, de acordo com Kenski (2014), são atribuídos, e exigidos socialmente, novos valores aos processos e novas atitudes ou competências aos usuários, que somos todos nós.

Nesse sentido, verifica-se que as próprias tecnologias têm se adaptado aos contextos evolutivos da sociedade e da tecnologia, como acontece, por exemplo, com os *softwares* que funcionam diretamente na *internet*. Eles são denominados atualmente como “computação em nuvem” ou “*cloud computing*”.

Outro exemplo são as informações (texto, som, vídeo, animações, sistemas, etc.) disponibilizadas virtualmente em servidores da *internet*, em ambientes virtuais de ensino e de aprendizagem. Repositórios de instituições de ensino e pesquisa e do governo também são exemplos das novas funcionalidades que a tecnologia digital contemporânea tem disponibilizado aos diferentes ramos da sociedade (KENSKI, 2014; MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2015).

Segundo Souza e Serafim (2011), as potencialidades educacionais das informações disponibilizadas na rede de *Internet*, sob gestão dos recursos informáticos, não residem nelas próprias, mas na forma como serão configuradas no âmbito da educação. Ainda segundo esses autores, a estruturação da mídia digital na sua forma múltipla aproxima a cultura digital da sociedade, da cultura da aprendizagem escolar por meio da mídia. Isso, para o campo da Educação pode ser um aspecto positivo, pois a interatividade proporcionada por esses recursos digitais pode auxiliar tanto na tarefa de ensinar, quanto na aprendizagem (SOUZA; SERAFIM, 2011).

Nesse sentido, Moran, Masetto e Behrens (2015) reforçam essa concepção de utilização das mídias digitais no cenário educacional, quando expressam, em seus estudos, que o padrão educacional que caracteriza a sociedade da informação, provavelmente será calcado na aprendizagem mediada pelas TIC.

Para o autor, a escola deverá então priorizar o aprendiz, em suas necessidades, em seus interesses, em seu estilo e em seu ritmo de aprendizagem, com muito mais flexibilidade espaço-temporal, pessoal e grupal, com menos conteúdos intransigentes e mais procedimentos coerentes com a pesquisa e com a comunicação. Isso significa ajustar a realidade da escola à realidade tecnológica da própria sociedade (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2015).

Os autores ainda abordam a realidade das instituições de ensino, em particular, das universidades. Afirmam que as reflexões e dilemas enfrentados por estas instituições de ensino e por seus professores podem ser estendidas de modo geral aos outros níveis educacionais, quando se trata dos desafios educacionais no contexto da sociedade da informação (ibid).

Além disso, tais autores afirmam que as instituições educacionais são constantemente desafiadas a rever suas práticas e visões em relação ao ensino superior. Colocam, ainda, que há uma crise gerada pela falsa ideia de que o aluno, ao concluir seu curso, está preparado plenamente para a profissão (ibid).

Com isso, surge um novo desafio, formar os alunos para uma educação continuada que deverá fazer parte de sua vida. Para que isso ocorra, o professor deve se conscientizar das suas limitações ao “passar” as informações ao aluno,

pois, não é e não será possível, nem ao professor nem ao aluno, “absorver” todo o universo de informações disponíveis (MORAN; MASETTO; BEHRENS, p. 76).

Diante de tal contexto, os alunos precisam ter uma postura adequada ao momento histórico e devem ser estimulados e mobilizados em suas habilidades e competências tecnológicas, de modo que exerçam sua autonomia e sua cidadania plena na sociedade do conhecimento (BRASIL, 2000).

Segundo Moran, Masetto e Behrens (2015), essa perspectiva também representa um desafio permanente, em meio a processos tecnológicos, sociais e educacionais em constante evolução. Nesse sentido, os autores acreditam que os alunos, dentro do ambiente acadêmico, devem ultrapassar:

[...] o papel de passivo, de escutar, ler, decorar, e de repetidor fiel dos ensinamentos do professor e tornar-se criativo, crítico, pesquisador, e atuante, para produzir conhecimento. Em parceria, professores e alunos precisam buscar um processo de auto-organização para acessar a informação, analisar, refletir e elaborar com autonomia o conhecimento. O volume de informações não permite abranger todos os conteúdos que caracterizam uma área de conhecimento. Portanto, professores e alunos precisam aprender a aprender como acessar a informação, onde buscá-la e o que fazer com ela (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2015, p. 77).

Outro aspecto relacionado ao uso das tecnologias na educação, em correlação com os desafios que a sociedade da informação impõe, diz respeito às indicações, evidenciadas nas políticas públicas educacionais brasileiras, para o uso das tecnologias nas instituições de ensino, independentemente do nível. Nesse contexto, os documentos oficiais, como Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 2000, PCN+ de 2002, Orientações Curriculares Nacionais de 2006, Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica de 2013 e Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Bacharelado e Licenciatura de 2001, apontam a importância do uso da tecnologia informática no âmbito educacional (BRASIL, 2000, 2001, 2002, 2006, 2013).

Os documentos oficiais mencionados enfatizam, direta ou indiretamente, que o uso das TIC no contexto da Educação é uma realidade almejada pelas políticas públicas de inclusão tecnológica ou digital. Tal concepção também pode ser verificada no relatório sobre políticas de inclusão digital do Tribunal de Contas da



União de 2015<sup>9</sup> e, conseqüentemente, é aspirada por professores e educadores que defendem a utilização das tecnologias informáticas como ferramentas complementares do processo educativo.

Ressalto, ainda, que nesses documentos há uma preocupação em alertar os educadores para inserir essas tecnologias como dimensão social, cultural e profissional ou, conforme o trecho descrito nos PCN de 2000:

O acelerado aumento do conhecimento humano, verificado nas últimas décadas, bem como a transformação das experiências em informação ordenada, armazenável, representável em diferentes formas e de fácil recuperação – além de seu uso comunitário e da respectiva transferência dessa aquisição a quaisquer distâncias – tornam a informática um elemento do processo de comunicação e, portanto, um código, que se designa como linguagem digital. É relevante notar que a informática é fruto e, ao mesmo tempo, mola propulsora do processo acima descrito, criando-se, portanto, um ciclo de grande amplitude. O uso de informações, através da linguagem digital, tem transformado o cotidiano da sociedade não só como mundo globalizado, mas também como uma realidade específica de cada região (BRASIL, 2000, p. 58).

Uma discussão mais atual, porém seguindo concepções semelhantes às dos documentos oficiais instituídos no final do século XX, pode ser verificada nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica de 2013, que defendem que:

As tecnologias da informação e comunicação constituem uma parte de um contínuo desenvolvimento de tecnologias, a começar pelo giz e os livros, todos podendo apoiar e enriquecer as aprendizagens. Como qualquer ferramenta, devem ser usadas e adaptadas para servir a fins educacionais e como tecnologia assistiva; desenvolvidas de forma a possibilitar que a interatividade virtual se desenvolva de modo mais intenso, inclusive na produção de linguagens. Assim, a infraestrutura tecnológica, como apoio pedagógico às atividades escolares, deve também garantir acesso dos estudantes à biblioteca, ao rádio, à televisão, à *internet* aberta às possibilidades da convergência digital (BRASIL, 2013, p. 25).

Com relação ao ensino superior, destaco em especial as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura, instituídas pelo parecer CNE/CES 1.302/2001. Elas constituem um caso particular para a área de matemática, num conjunto de diretrizes voltadas para os cursos de graduação (licenciaturas e bacharelados) das instituições de ensino superior

---

<sup>9</sup> Relatório sobre políticas de inclusão digital do Tribunal de Contas da União de 2015, disponível em <http://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A15005860201501F69C07E6B0A&inline=1>

brasileiras. Nesta pesquisa, a discussão está relacionada diretamente ao contexto dos alunos que serão envolvidos. Tais diretrizes indicam que:

Desde o início do curso o licenciando deve adquirir familiaridade com o uso do computador como instrumento de trabalho, incentivando-se sua utilização para o ensino de matemática, em especial para a formulação e solução de problemas. É importante também a familiarização do licenciando, ao longo do curso, com outras tecnologias que possam contribuir para o ensino de Matemática (BRASIL, 2001, p. 15).

Diante dessas concepções, apresentadas em diferentes diretrizes nacionais sobre a importância do computador e das TIC, posso considerar o contexto do ensino superior, a partir das colocações de Kenski (2014, p.69):

A banalização das tecnologias digitais e seu uso indiferenciado por grande segmento da sociedade movimentaram os espaços educacionais, no que concerne à sua incorporação, a partir das últimas décadas do século XX. Computadores e *softwares* foram instalados nos laboratórios e bibliotecas das instituições de ensino superior. No início da década de 1990, o acesso ao sistema de comunicação *on-line* [...] foi liberado para instituições educacionais, de pesquisa e a órgãos do governo. Começaram a surgir – em poucas instituições de Ensino superior (IES), é verdade – condições de uso de sistemas de comunicação *on-line* entre professores, pesquisadores e alunos. Essas inovações, no entanto não chegaram a revolucionar o processo tradicional de ensino universitário.

Diante de tudo que já foi exposto, não posso desconsiderar a atual e virtual<sup>10</sup> presença das tecnologias informáticas, em especial do computador e dos *softwares*, nos cenários das relações humanas, sociais e culturais neste início do terceiro milênio, ou seja, não há como dissociar essas ferramentas do cenário educacional (TARJA, 2008).

Nesse contexto, governos, em diferentes escalas (municipal, estadual e federal), têm se esforçado para implementar iniciativas que visam à melhoria do sistema educacional a partir do uso educacional das tecnologias. Um exemplo desse tipo de iniciativa refere-se às políticas para a educação, formuladas pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), que têm priorizado aquelas que agregam as melhorias institucionais (recursos, infraestruturas e ferramentas) e o incremento na

<sup>10</sup> Lévy (2011, p.17) apresenta o conceito atual em oposição ao virtual, porém destaca que na informática essa oposição não significa algo distante, apenas uma posição dialética entre um momento de “produção de qualidades novas, uma transformadas ideias” (atual) e o “devir que alimenta” a solução, “uma passagem do atual ao virtual, em uma elevação à potência” (Virtual).

qualidade da formação do aluno (formação de professores). Este é o caso do Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo), atualmente denominado Programa Nacional de Tecnologia Educacional (BRASIL, 1997, 2007).

O ProInfo foi um grande esforço desenvolvido pelo MEC, inicialmente por meio da Secretaria de Educação a Distância (SED), em parceria com governos estaduais e municipais, destinado a promover uso da tecnologia como ferramenta pedagógica potencial para o processo de ensino na rede pública no nível básico. Este Programa representou um marco de acesso às modernas tecnologias. Em sua primeira etapa, no ano de 1997, foram instalados microcomputadores em escolas e Núcleos de Tecnologia Educacional (BRASIL, 1997; BORBA e PENTEADO, 2005).

Desde 2007, o decreto que criou o ProInfo foi revogado, para sancionar o decreto nº 6.300, que mantém parte da concepção inicial: promover o uso pedagógico das TIC nas redes públicas de educação básica (BRASIL, 2007).

Tais iniciativas do poder público destinaram-se, desde o final da década de 90 do século passado, aos educadores das escolas públicas da educação básica no intuito destes se apropriarem das TIC para ajudar os estudantes a participarem do processo de inclusão social via sua inclusão digital, através da qual se apropriam eticamente dos conhecimentos tecnológicos para o exercício da autonomia e da cidadania.

Apesar dessa perspectiva animadora no cenário educacional, os resultados ao longo das décadas não foram totalmente satisfatórios. Boa parte dos recursos e esforços do poder público ainda não trouxeram, para a educação, os resultados almejados (BRASIL, 2013).

Os resultados anteriores, apontados pela Controladoria Geral da União (CGU) em 2013, reforçam a necessidade de iniciativas educacionais que promovam, aos estudantes da escola pública, o acesso aos recursos tecnológicos. Da mesma forma há necessidade de as instituições de ensino superior, em especial as instituições públicas, colaborarem na melhoria das condições de formações pedagógicas, mediadas por tecnologias informáticas, dos professores do país (BRASIL, 2000, 2001, 2013; KENSKI, 2014).

Outro documento denominado Política Pública de Inclusão Digital, desenvolvido pelo Tribunal de Contas da União (TCU), em 2015, corrobora essa ideia, quando menciona que:

Por meio das TIC, abrem-se ao indivíduo oportunidades concretas para a melhoria de suas condições de vida, de onde o usuário estiver e de forma instantânea, tais como: acesso às facilidades do comércio eletrônico, igualando a oferta de bens e serviços para regiões remotas à de grandes centros; inclusão bancária; acesso a serviços e programas de governo, inclusive de saúde, educação e segurança pública; maior interação com seus pares e fomento ao associativismo, ao cooperativismo e ao empreendedorismo; maior participação comunitária e política (BRASIL, 2015, p. 16).

Apesar dessa perspectiva, o mesmo documento alerta para a exclusão digital que atinge milhões de brasileiros. Esta é resultante do mesmo progresso tecnológico, que, contraditoriamente, distancia estes sujeitos do acesso ao computador ou *internet*, e, conseqüentemente, prejudica as pessoas na busca por oportunidades de emprego, de cultura e de novas formas de exercer a cidadania (BRASIL, 2015).

Quando se discute a questão da exclusão ou inclusão digital, deve-se primeiramente compreender essa dimensão conceitual, para então definir ações que visem evitar a primeira e expandir a segunda de forma social e democrática. Segundo Lévy (1999), o termo digital está diretamente relacionado com a mudança nos paradigmas tecnológicos de produção e transmissão da informação, que passam do analógico para o digital, numa correlação lógica e complexa de padrões simbólicos e sinais eletrônicos correspondentes, convertidos e decodificados em linguagem binária. Dessa forma, pode-se acelerar e garantir a integridade das informações de um ponto onde é transmitido ao lugar onde é recebido. Nesse sentido:

Digitalizar uma informação consiste em traduzi-la em números. Quase todas as informações podem ser codificadas desta forma. [...] As imagens e os sons também podem ser digitalizados, não apenas ponto a ponto ou amostra por amostra mas também, de forma mais econômica, a partir de descrições das estruturas globais das mensagens iconográficas ou sonoras. Para tanto, usamos sobretudo funções senoidais para o som e funções que geram figuras geométricas para as imagens. [...] Em geral, não importa qual é o tipo de informação ou de mensagem: se pode ser explicitada ou medida, pode ser traduzida digitalmente (LÉVY, 1999, p. 50).

Para Lévy (1999), esse contexto de informações convertidas para formato digital produziu uma nova cultura, a cultura digital. Como forma de delimitar essa questão, denominou esse contexto de “cibercultura”, que permeia diferentes aspectos: a cultura, a sociedade e as novas tecnologias. Tal concepção insere-se no âmbito do conhecimento filosófico e tecnológico da sociedade contemporânea, juntamente com o conceito de “ciberespaço”. Esses termos são explicitados por Levy do seguinte modo:

O ciberespaço (que também chamarei de "rede") é o novo meio de comunicação que surge da interconexão mundial dos computadores. O termo especifica não apenas a infraestrutura material da comunicação digital, mas também o universo oceânico de informações que ela abriga, assim como os seres humanos que navegam e alimentam esse universo. Quanto ao neologismo “cibercultura”, especifica aqui o conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço (LEVY, 1999, p. 16).

Os conceitos propostos por Levy (1999) apresentam, como características convergentes, a interatividade e a interconectividade. Ambas favorecem a ampliação da “inteligência coletiva”, que, segundo Lévy (1999, p. 20) é uma inteligência distribuída por toda parte, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que resulta numa mobilização efetiva das competências.

No documento sobre Inclusão Digital, elaborado pelo Tribunal de Contas da União (TCU), verifica-se uma perspectiva otimista para a questão da inclusão digital, pois se apoia no processo de desenvolvimento da informática e nas suas consequências para a sociedade da informação, conforme discutido anteriormente. Nesse documento denominado Política Pública de Inclusão Digital, o termo inclusão digital representa:

[...] garantir que os cidadãos e instituições disponham de meios e capacitação para acessar, utilizar, produzir e distribuir informações e conhecimento, por meio das TIC, de forma que possam participar de maneira efetiva e crítica da sociedade da informação (CGPID, 2010 apud BRASIL 2015, p. 15).

Diante desse modelo de sociedade, quer seja denominada de sociedade em rede ou sociedade da informação (CASTELLS, 1999), aprende-se a lidar com

objetos, com ferramentas e fenômenos relacionados com as tecnologias digitais, tais como, *internet*, computadores, hipertextos, redes sociais, *softwares*, jogos digitais, *Smartphone*, entre outros.

Para Moran, Masetto e Behrens (2015), as tecnologias digitais vêm conquistando cada vez mais espaço no campo da educação. Segundo esses autores, elas podem ser usadas para transformar os espaços escolares em espaços ricos de aprendizagem, nos quais os alunos são motivados a serem ativos na aprendizagem e na pesquisa, bem como proativos na interação e iniciativa dentro do processo educativo.

Moran, Masetto e Behrens (2015) destacam, ainda, que os avanços tecnológicos da *internet* promoveram uma tendência crescente de convergência digital, na qual, ferramentas tecnológicas distintas em suas funções, como, por exemplo, ferramentas de redes *wifi*, aparelhos celulares e o próprio computador ou *notebook* pessoal, evoluem para ferramentais mais portáteis como *smartphones*, *tablets*, *notebooks* híbridos (*tablet e notebook* - 2 em 1).

Essa convergência, além de mostrar novas ferramentas evoluídas a partir de outras já existentes, mostra a potencialidade de outros equipamentos inovadores como os óculos de realidade virtual, *softwares* de realidade aumentada, etc. Tais tecnologias são realidades perfeitamente possíveis de serem incorporadas ao contexto educacional (OLIVEIRA, 2008).

Para Bastos (2007), interagir com as TDIC e, em particular, com o computador, *softwares* e *internet* é de fundamental importância não só para a educação, mas para todos os ramos da atividade humana, tendo em vista a construção da autonomia que essas tecnologias podem proporcionar aos sujeitos da sociedade contemporânea. Para essa autora, por meio dessa interação é que as pessoas podem se comunicar, expor e trocar ideias com outros, enfim, produzir um processo similar ao de ensino e aprendizagem, compatível, portanto, com os anseios que a sociedade espera de uma educação de qualidade.

Prensky (2001, p.1-2) afirma que os alunos da escola, hoje, independentemente do nível, “representam as primeiras gerações que cresceram com esta nova tecnologia. Eles passaram a vida inteira cercados e usando

computadores e outras mídias da era digital”. O autor classifica essa geração como Nativos Digitais; já os não nascidos no mundo digital, mas que foram se integrando a ele, são chamados de Imigrantes Digitais. O autor cita ainda:

É importante fazer esta distinção: como os Imigrantes Digitais aprendem – como todos imigrantes alguns mais do que os outros – a adaptar-se ao ambiente, eles sempre mantêm, em certo grau, seu “sotaque”, que é, seu pé no passado. O “sotaque do imigrante digital” pode ser percebido de diversos modos, como o acesso à internet para a obtenção de informações, ou a leitura de um manual para um programa ao invés de assumir que o programa nos ensinará como utilizá-lo (PRENSKY, 2001, p.1-2).

Nesse contexto, mais que nunca, é preciso lidar com a necessidade imediata de se enquadrar aos avanços das tecnologias digitais e isso exige, cada vez mais, que os sujeitos adquiram competências relacionadas com esses avanços. Um bom exemplo disso é a crescente necessidade de “alfabetização tecnológica”, descrita por Borba e Penteado (2005) como uma forma de aprender a ler as novas mídias. Os autores afirmam ainda, que esse aprendizado reforça questões ligadas à cidadania, ao favorecer o debate sobre a questão da inclusão digital.

Diante das concepções expostas até o momento, em consonância com os pensamentos de Borba e Penteado (2005), não há como ficar inerte numa “zona de conforto”, em especial com relação ao ensino da matemática. É preciso pensar, adaptar, criar, ensinar e aprender com as tecnologias, pois, se com elas a educação já é um desafio, sem elas o que será?

A seguir, discuto sobre a questão propriamente dita do letramento digital e procuro compreender seu contexto, desde sua concepção inicial ao atual modelo, que se distingue, entre outras coisas, pelo suporte tecnológico em que é manifestado, em especial, utilizando uma linguagem e um meio digital.

## **2.2 Letramento digital**

Para compreender melhor o contexto conceitual sobre Letramento Digital que uso nesta pesquisa, entendo que devo esclarecer, primeiramente, algumas concepções que vão dar significado ao termo Letramento<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Segundo Kleiman (2012), o termo “letramento” foi proposto por Mary Kato (1986).

Inicialmente esse termo surge no cenário acadêmico numa tentativa de separar os estudos sobre o impacto social da escrita das questões relacionadas com alfabetização, cujas conotações na escola remetem a competências individuais no uso e na prática da escrita. Porém, apesar desse delineamento, o conceito de letramento ainda apresenta certa complexidade (SOARES, 1998, 2004; JUNIOR; CAVALCANTE, 2009; KLEIMAN, 2012).

Portanto, quando me refiro a letramento, busco apoio nessas ideias para definir o letramento digital. Sobre esse tema, Kleiman (2012), com base em Sribner e Cole (1981), descreve que o conceito de letramento pode ser compreendido nos dias de hoje como um “conjunto de práticas sociais que usam a escrita, como sistema simbólico e como tecnologia, em contextos específicos, para objetivos específicos (Ibid, p. 19)”. Além disso, ela também destaca:

O fenômeno do Letramento, então, extrapola o mundo da escrita tal qual ele é concebido pelas instituições que se encarregam de introduzir formalmente os sujeitos no mundo da escrita. Pode-se afirmar que a escola, a mais importante agência de letramento, preocupa-se não com o letramento prática social, mas com apenas um tipo de prática de letramento, qual seja, a alfabetização, o processo de aquisição de **códigos (alfabético, numérico)**, o processo concebido em termos de uma competência individual necessária para o sucesso e promoção na escola (Ibid, p. 20, Grifo meu).

Nesse sentido, Street (1984 apud Kleiman, 2012) afirma que existem duas concepções vigentes para letramento. A primeira, denominada de modelo autônomo, pressupõe que há apenas um modelo de letramento a ser desenvolvido, casualmente associado com o progresso das civilizações e da sociedade. Segundo a autora, esse é o modo prevalecente na nossa sociedade atual que reproduz o padrão de educação de massa do século passado. O outro modelo, denominado ideológico, afirma que as práticas letramento (plural) são determinadas social e culturalmente; conseqüentemente, correspondem a significados de escrita determinados pelos contextos e instituições em que o modelo foi desenvolvido.

Para Kleiman (2012), o modelo prevalecente de letramento foi inicialmente observado em pesquisas americanas, mas estudos realizados no Brasil, na última década, também identificaram a reprodução desse modelo nas escolas brasileiras.



O nosso contexto se agrava ainda mais com a expressiva massa humana que está exposta à pobreza e ao analfabetismo. Com isso, segundo a autora, as desigualdades se reproduzem ainda mais, o que acaba por levar certos grupos a uma marginalização. Nesse sentido, ela afirma que:

[...] as deficiências do sistema educacional na formação de sujeitos plenamente letrados não decorrem apenas do fato do professor não ser um representante pleno da cultura letrada [...] nem das falhas num currículo que não instrumentaliza o professor para o ensino. As falhas, acredito, são mais profundas, pois são decorrentes dos próprios pressupostos que subjazem ao modelo de letramento escolar (KLEIMAN, 2012, p. 47).

Para essa autora, é necessário fazer um resgate da cidadania daqueles que foram marginalizados, principalmente daqueles excluídos dentro da própria escola, frutos da dicotomia considerada sobre o fenômeno do letramento, que concebe a escrita como uma habilidade necessária para produzir uma linguagem abstrata em contradição com outros modelos de letramento que consideram a escrita uma prática social para exercício de uma leitura crítica da realidade. Este último aspecto, na visão da autora, serviria para desconstruir a concepção de letramento dominante (KLEIMAN, 2012).

Nesse sentido, segundo Soares (2002), não há um conceito único e sim, conceitos. O que existe ainda é um conceito impreciso, diante do pouco tempo de sua introdução nas áreas das letras e da educação, variando principalmente com relação às ênfases na caracterização desse fenômeno denominado letramento digital. Diante disso, a autora procura um ponto comum nessas concepções e menciona:

[...] o núcleo do conceito de letramento são as práticas sociais de leitura e de escrita, para além da aquisição do sistema de escrita, ou seja, para além da alfabetização. [...] Embora mantendo esse foco nas práticas sociais de leitura e de escrita, este texto fundamenta-se numa concepção de letramento como sendo não as próprias *práticas* de leitura e escrita, e/ou os *eventos* relacionados com o uso e função dessas práticas, ou ainda o *impacto* ou as *consequências* da escrita sobre a sociedade, mas, para além de tudo isso, o *estado* ou *condição* de quem exerce as práticas sociais de leitura e de escrita, de quem participa de eventos em que a escrita é parte integrante da interação entre pessoas e do processo de interpretação dessa interação (SOARES, 2012, p.145).

Já para Fonseca (2004), a amplitude e a complexidade das relações presentes no fenômeno letramento permitem incorporar a reflexão sobre a leitura e escrita, inclusive com relação a habilidades matemáticas. Estas se constituem, segundo essa autora, como uma estratégia de leitura que necessita ser implementada para compreensão de uma infinidade de textos apresentados na vida social e cada vez mais frequentes e diversificados. Um exemplo disso pode ser verificado quando é preciso compreender leituras em textos científicos, dados e representações estatísticas, gráficos ou infográficos em diferentes mídias jornalísticas e informacionais.

Tal perspectiva se conecta com os anseios da chamada alfabetização funcional, em que a linguagem e a escrita matemática desempenham importante papel na assimilação dos contextos da escrita e leitura dos fenômenos sociais, econômicos e científicos. Além disso, devemos considerar as concepções expressas por Soares (1998, 2004, 2010) e Fonseca (2004). A primeira autora discorre com maior profundidade sobre os temas Letramento e Alfabetização e suas respectivas facetas; a segunda autora enfatiza que esse letramento que incorpora conhecimentos matemáticos deve ser considerado não só em sua dimensão utilitária (o indivíduo corresponde às demandas da sociedade), como também em sua dimensão formativa (o indivíduo usa o conhecimento matemático para efetivar uma leitura crítica do mundo).

Apesar da diversidade de abordagens para tratar do tema letramento, não tenho interesse de aprofundar etilogicamente<sup>12</sup> essa questão na pesquisa, pois seria mais produtiva dentro do âmbito das áreas de linguagens e suas tecnologias. Porém, para medebruçar com maior clareza sobre as questões relativas ao processo de letramento digital, se faz necessário situar tal modalidade dentro de uma concepção mais ampla. Nesse sentido, Valente (2008, p. 12) diz que:

Embora o termo letramento apresente o prefixo "letra" e tenha sido cunhado no contexto do processo de leitura e escrita, ele tem sido utilizado para designar o processo de aquisição de outros conhecimentos, como, por exemplo, o digital. Por isso, é comum encontrarmos a expressão letramento digital designando o domínio das tecnologias digitais, no sentido de alguém não ser um mero apertador de botões (alfabetizado digital), mas sim ser

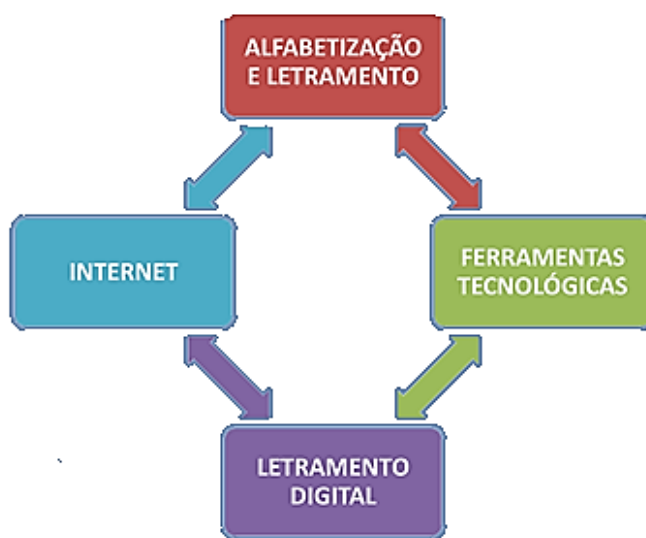
---

<sup>12</sup> Refere-se à Etiologia que é um ramo de estudo destinado a pesquisar a origem e a causa de um determinado fenômeno.

capaz de usar essas tecnologias em práticas sociais (VALENTE, 2008, P. 12).

Portanto, considero que essas dimensões estão relacionadas com a dinâmica de transição entre letramento e letramento digital, conforme se verifica na Figura 3.

Figura 3 – Ciclo de Letramento influenciado pela tecnologia



Fonte: Silva, Brasileiro e Brito, 2013?, com base em <http://midiasepraticasformativasnaeducacao.blogspot.com.br/p/letramento-digital.html>.

Na representação da Figura 3, existem duas vias para abordar ou tratar do tema letramento digital. Na primeira, o aspecto mais atuante está relacionado com o uso da internet e suas possibilidades enquanto ferramenta de leitura e escrita num vasto ciberespaço, acessível a partir de interações com o hipertexto e com as mídias digitais online. A segunda via está relacionado com o desenvolvimento de habilidades de manipulação e interação com diferentes interfaces da tecnologia digital (*softwares* computacionais, jogos digitais, aplicativos móveis, etc.), independente destas estarem conectadas ou não com a internet. Tais ferramentas, possibilitam a criação de novas informações ou construção de novas formas de interação ou comunicação dentro do mundo digital e fora dele. Estas duas vias, estiveram presentes no processo de intervenção desenvolvido nesta pesquisa e, a integração destas, foi fundamental para o desenvolvimento das atividades propostas.

Assim, apesar de o termo letramento normalmente estar associado a questões linguísticas, o termo letramento digital tem se configurado dentro e fora desse âmbito. Nesse último caso recai no contexto da educação com TDIC, isso pela proximidade com questões originadas pela escrita e linguagem em diferentes contextos e plataformas que utilizam as tecnologias digitais como base para comunicação e desenvolvimento de atividades (COSCARELLI, 2015). Nessa perspectiva, Xavier (2005, p.134) descreve letramento digital do seguinte modo:

O Letramento digital implica realizar práticas de leitura e escrita diferentes das formas tradicionais de letramento e alfabetização. Ser letrado digital pressupõe assumir mudanças nos modos de ler e escrever os códigos e sinais verbais e não-verbais, como imagens e desenhos, se compararmos às formas de leitura e escrita feitas no livro, até porque o suporte sobre o qual estão os textos digitais é a tela, também digital.

Sobre esse contexto, Coscarelli (2015), ao relacionar letramento digital com as TIC, aborda que:

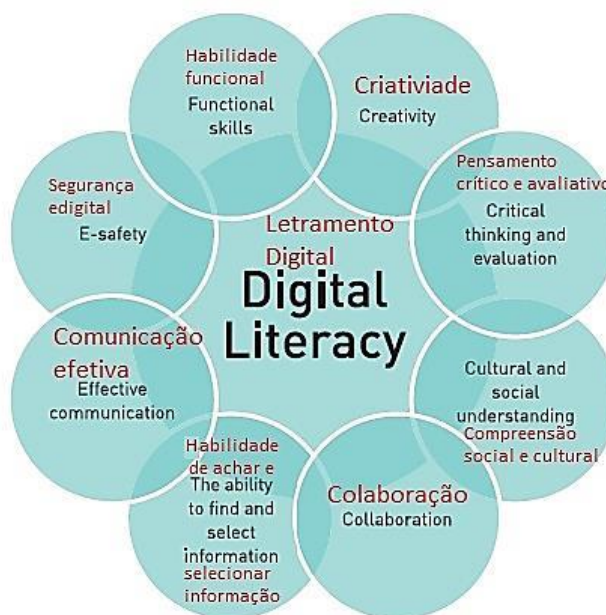
Por extensão, nós que tratamos de letramento digital, podemos dizer que os usos das tecnologias digitais surgem, se alteram, novas exigências aparecem, são demandadas socialmente, são atendidas pelas pessoas, pelas instituições, e isso também diz respeito à leitura e escrita *por meio* de ou *com* as TICs. Considere-se, então, a escola como parte dessa sociedade semovente. [...]. Escola é lugar/tempo de pensar, de avaliar, de discutir, de organizar, de propor [...]. TICs, incluindo dispositivos e *Internet*, são bem-vindas na minha aula porque posso ultrapassar a mera tarefa e transbordar o limite da aula [...]. Se houver algo, e acredito que há, que pode ser melhor abordado e desenvolvido com as TICs, considero “uma boa” propor um plano que envolva conteúdos, objetivos claros, habilidades, aplicações, leituras, produção e trabalho. Em muitos casos é importante ter a sensação de que eu posso fazer isso também (COSCARELLI, 2015, p. 18).

A mesma autora defende em seu discurso, influenciada por ideias da pesquisadora da universidade da Califórnia, Elizabeth Daley (2010), que a expansão do conceito de letramento perpassa pela inclusão das tecnologias digitais. Para essa autora, “só serão realmente letrados, no século XXI, aqueles que aprenderem a produção multimídia. Ainda estamos longe disso, mas o desafio é tão interessante quanto divertido” (COSCARELLI, 2015, p. 19).

Já na visão de Selfe (1999) apud Souza (2007, p. 59), o letramento digital está relacionado com a aquisição de uma complexa “série de valores, práticas e

habilidades situados social e culturalmente, envolvidos em operar linguisticamente dentro de um contexto de ambientes eletrônicos, que incluem leitura, escrita e comunicação”. Esses valores, práticas e habilidades, são descritos na Figura 4, conforme visão da futurelab.org, em seu livro *Digital literacy across the curriculum* (Letramento Digital através do Currículo).

Figura 4 – Habilidades que circundam o letramento digital



Fonte: Adaptado pelo autor de Futurelab, 2010, com base em <http://www.nfer.ac.uk/publications/FUTL06/FUT06.pdf>.

Em torno da competência de Letramento Digital pode-se situar, segundo descrito pela Futuralab (2010), oito habilidades: criatividade; pensamento crítico e avaliativo; compreensão social e cultural; colaboração; capacidade de achar e selecionar informação; comunicação efetiva, segurança digital e habilidade funcional. Acredito que tais habilidades são compatíveis as necessidades formativas dos aprendizes do século XXI e possivelmente podem estar associadas com a eficiência das interações dos sujeitos com as TDIC, tanto na quesito pessoal, quanto no profissional.

Apesar da importância da representação mostrada anteriormente (Figura 4), não foi objeto da pesquisa focar nessas habilidades de forma específica, mas compreender importância do centro desse processo como fonte das mesmas, e que de uma maneira direta ou indireta acabam por integrar os processos que busquei desenvolver nessa pesquisa.

Segundo Toscano (2013), existem diferentes contextos para letramento digital, porém, estes contextos podem ser entendidos numa mesma perspectiva, em que as competências de leitura e escrita são contempladas a partir das interações com as tecnologias digitais. Outras concepções de letramento digital que convergem para o mesmo contexto são discutidas por outros pesquisadores como Soares (2002), Buzato (2007), Souza (2007), Valente (2008) e Freitas (2010).

Nesse sentido, não há como negar as mudanças ocasionadas na língua, no letramento, na educação e na sociedade, em virtude das novas tecnologias digitais. Se, por um lado, podem ser observadas perdas, tais como declínio da linearidade da escrita, superexposição na *internet*, por outro, as tecnologias digitais podem trazer ganhos, como a educação por meio de redes de aprendizagem, ou projetos colaborativos baseados em inteligência coletiva (DUDENEY; HOCKLY; PEGRUM, 2016).

Para Dudeney, Hockly e Pegrum (2016), tanto as instituições públicas quanto as instituições privadas apelam para a promoção de habilidades como criatividade, inovação, pensamento crítico, capacidade de resolver problemas, capacidade de colaborar e trabalhar em equipe, autonomia, flexibilidade e aprendizagem permanente, ou seja, tudo que compete a um profissional do século XXI. Diante disso, acrescentam que:

No centro desse complexo de habilidades, está a capacidade de se envolver com as tecnologias digitais, algo que exige um domínio dos *letramentos digitais* necessários para usar eficientemente essas tecnologias, para localizar recursos, comunicar ideias e construir colaborações que ultrapassam os limites pessoais, sociais, econômicos, políticos e culturais (DUDENEY; HOCKLY; PEGRUM, 2016, p. 17).

Segundo Dudeney, Hockly e Pegrum (2016, p. 17), o termo letramento digital designa: “habilidades individuais e sociais necessárias para interpretar, administrar, compartilhar e criar sentido eficazmente no âmbito crescente dos canais de comunicação digital”. Esses autores se referem ao termo letramento digital no plural, pois abarcam uma variedade de tipos de letramento, conforme se verifica no Quadro 1.

Gostaria de destacar que essa visão dos autores serve apenas como panorama complementar. Não tenho pretensão de dar ênfase a essa variabilidade, mas apenas encontrar relações imediatas com habilidades mobilizadas pelos alunos no processo de intervenção.

Quadro 1 – Diferentes tipos de letramento digital

<b>Foco 1:</b>	<b>Foco 2:</b>	<b>Foco 3:</b>	<b>Foco 4:</b>
<b>Linguagem</b>	<b>Informação</b>	<b>Conexões</b>	<b>(Re)desenho</b>
Letramento impresso; Letramento em sms.			
<b>Letramento em hipertexto.</b>	Letramento Classificatório.	Letramento pessoal; Letramento em rede; Letramento participativo.	
<b>Letramento em Multimídia.</b>	Letramento em pesquisa; Letramento em informação; Letramento em filtragem.		
Letramento em jogos; Letramento móvel.		Letramento intercultural.	
<b>Letramento em codificação.</b>			Letramento remix.

Fonte: Adaptado de Dudeney, Hockly e Pegrum, 2016.

Desse quadro, seria possível relacionar três tipos de letramento, de forma mais direta e em níveis básicos, com a concepção de letramento digital abordado na pesquisa. Um deles seria o letramento em hipertexto; o outro, o letramento multimídia; e, por último, o letramento em codificação, descritos, segundo Dudeney, Hockly e Pegrum (2016, p. 27), do seguinte modo:

Letramento em hipertexto: habilidade de processar *hyperlinks*, apropriadamente e de usá-los para incrementar eficientemente um documento ou artefato.

Letramento em multimídia: habilidade de interpretar e de criar efetivamente textos em múltiplas mídias, especialmente usando imagens, sons e vídeos.

Letramento em codificação: habilidade de ler, escrever, criticar e modificar códigos de computador em vista de criar ou confeccionar *softwares* e canais (DUDENEY; HOCKLY; PEGRUM, 2016, p. 27).

As ideias desses autores são coerentes com os aspectos de ensino e aprendizagem, pertinentes ao uso da linguagem oral, escrita e visual, convergindo para uma linguagem digital que incorpora todas essas linguagens por meio de recursos computacionais digitais. Além disso, é preciso começar aos poucos. O importante é adquirir segurança e familiaridade com a tecnologia e com o letramento, antes de ampliar suas possibilidades. Nessa perspectiva, nenhum ponto de partida rumo ao letramento digital é desconsiderado, e o fundamental é começar de algum lugar (DUDENEY; HOCKLY; PEGRUM, 2016).

Apresento, na sequência, algumas concepções teóricas que abordam o uso pedagógico dos *softwares* livres de matemática, tais como aqueles que serviram de ferramentas de exploração das atividades desenvolvidas nesta pesquisa, e que, posteriormente, desencadearam a discussão sobre os desafios e possibilidades de seus usos.

### **2.3 Uso das Tecnologias no ensino da Matemática**

Segundo Kenski (2014), a escola hoje, mais que nunca, lida com a necessidade imediata de se enquadrar aos avanços das tecnologias. Assim, lidar com o computador e com suas ferramentas *software* tornou-se imprescindível, e isso tem se estendido nessas últimas décadas ao contexto do ensino, em particular, ao ensino da matemática, por meio de *softwares* livres e mídias digitais, tais como, *internet*, ambientes virtuais de ensino e aprendizagem - AVEA, objetos de aprendizagem, entre outros.

Valente (1999), na década de 90 do século passado, já acreditava ser relevante lidar com o computador e seus recursos digitais, em particular, o uso de *softwares* no contexto educacional. Apesar de muitos de seus escritos não mencionarem diretamente a matemática, sua posição quando defende *softwares* de



modelagem, simulação e programação, possibilita fazer referência aos seus trabalhos, pois se aproximam aos contextos matemáticos.

Segundo Valente (1999), a utilização dos computadores, do ponto de vista pedagógico, pode contribuir para enriquecer os ambientes de aprendizagem que, na maioria das vezes, adotam uma postura tradicional. O autor também chama a atenção sobre a potencialidade de diferentes tipos de *softwares* educacionais, que estão diretamente relacionados às formas como os alunos podem construir o seu conhecimento, interagindo com os objetos pertencentes ao ambiente computacional. Nesse sentido, o autor descreve especificamente sobre *softwares* que usam linguagens simbólicas e textuais nos seus processos interativos com o usuário:

Sem dúvida alguma, quando pensamos em usar programação, pensamos no computador como ferramenta computacional. Segundo esta visão o computador é uma ferramenta que o aprendiz utiliza para desenvolver algo e o aprendizado ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa pelo computador. Estas tarefas podem ser a elaboração de textos, usando processadores de texto; pesquisa em bancos de dados existentes ou criação de um novo banco de dados; controle de processos em tempo real; produção de música; resolução de um problema via uma linguagem de programação, etc. (VALENTE, 1998, p. 56).

Ao analisar os contextos apresentados até aqui, sob a luz do pensamento de Valente (1997, 1998, 1999), percebe-se a influência das tecnologias da informática no aprimoramento da sociedade contemporânea. Como consequência, surgem cada vez mais tecnologias dinâmicas e inteligentes, tais como a própria *web 5.0* (inteligência artificial da *internet*), *softwares* complexos na nuvem (*Cloud Compuntig*), aplicativos móveis, etc., que vêm se acentuando na educação do século XXI.

Nessa perspectiva, seria uma contradição não considerar a importância de conectar as tecnologias digitais ao contexto do ensino, em especial, da matemática. Pois, além de ignorar a obsolescência das práticas pedagógicas tradicionais, que não conseguem atingir o interesse dessa geração de aprendizes, não atenderia os principais referenciais que norteiam a atuação e a formação do professor de matemática, tais como as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática e os PCNs (BRASIL, 2000, 2001, 2013).

Assim, se faz necessário que outros protagonistas, além do aluno, estejam preparados para atuar nesse ambiente, onde as tecnologias colaboram para efetivação do processo educativo. Refiro-me aqui ao papel do professor e da escola. Portanto, nesse contexto, Ponte (2000, p. 76) coloca:

[...] mais complicado do que aprender a usar este ou aquele programa, é encontrar formas produtivas e viáveis de integrar as tecnologias de informações e comunicação no processo de ensino-aprendizagem no quadro dos currículos actuais e dentro dos condicionalismos existentes em cada escola. O professor em suma, tem de ser um explorador capaz de perceber o que lhe pode interessar e de aprender por si só ou em conjunto com colegas mais próximos, a tirar partido das respectivas potencialidades. Tal como o aluno, o professor acaba por ter de estar sempre a aprender.

Diante dessa perspectiva atualizada e mediadora do professor, o aluno assume o papel de agente ativo na construção de seu conhecimento, que, não pode ser proveniente da transferência de um saber pronto e acabado, mas é produto de sua busca incessante por adquirir novos saberes. Dessa forma, a inclusão dos computadores na educação promove uma reflexão acerca dos conceitos da aprendizagem, e causa uma revolução na medida em que esse novo ambiente pode mudar qualitativamente os papéis, tanto do professor quanto do aluno (PAPERT, 1994).

Segundo Ackermann (2001), essa concepção de aprendizagem foi denominada por Papert de “construcionismo”, e é considerada, no âmbito da filosofia e da psicologia cognitiva, como uma teoria de aprendizagem. Na concepção de Papert (1994), o processo tecnológico pode influenciar o ensino, quebrando o paradigma da transmissão do conhecimento, pois considera que:

[...] o conhecimento simplesmente não pode ser “transmitido” ou “transferido pronto” para uma outra pessoa. Mesmo quando você parece estar transmitindo com sucesso informações, contando-as, se você pudesse ver os processos cerebrais em funcionamento, observaria que seu interlocutor está “reconstruindo” uma versão pessoal do que você pensa estar “transferindo”. O Construcionismo também possui a conotação de “um conjunto de construção”, iniciado com conjuntos no sentido literal, como, o Lego, e ampliando-se para incluir linguagens de programação consideradas como “conjuntos”, a partir dos quais programas podem ser feitos, até cozinhas como “conjuntos” com os quais não apenas tortas, mas receitas e formas de Matemática-em-uso são construídas (PAPERT, 1994, p.127).

Para melhor compreender essa concepção que integra matemática, aprendizagem e tecnologia computacional, e que, para além disso, é concebida pelo autor como uma filosofia dentre uma família de filosofias educacionais, ele explica que: “a meta é ensinar de forma a produzir maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino. Evidentemente, não se pode atingir isso apenas reduzindo a quantidade de ensino, enquanto se deixa todo o resto inalterado” (PAPERT, 1994, p. 124).

Ainda segundo Papert (1994), os resultados positivos provenientes do uso do computador na educação, em especial na educação matemática, exigem do professor que ele adote uma metodologia diferenciada e também defina bem os objetivos para essa abordagem tecnológica. Cabe ao professor buscar criar condições de aprendizagem e facilitar o desenvolvimento intelectual do aluno.

Segundo esse autor, isso significa, resumidamente, ajudar os alunos a chegarem a suas próprias respostas, evitando assim dar repostas prontas. Com isso, o aluno é estimulado a pensar sobre os erros e acertos, sempre buscando exercer sua autonomia a partir da mediação do professor e do ambiente proporcionado pela tecnologia. Assim, o mesmo estará encontrando soluções para os problemas apresentados durante o processo de ensino (PAPERT, 1994).

Para Magina (1998), o uso das tecnologias na educação, em especial o uso do *software* no ensino de matemática, é importante na medida em que apresenta as seguintes características: possibilidades de “*feedback*” imediato; simulação de situações e fenômenos; facilidade de construção e reconstrução de gráficos; capacidade de movimentação de figuras na tela de um computador; ou, até mesmo, o uso de códigos de comando por meio de ordens claras, diretas e lógicas, ou seja, de uma linguagem de programação.

Sem generalizar, sabe-se que alguns *softwares* desafiam a inteligência do aluno, oferecendo a ele ferramentas capazes de exigir raciocínio, estimulando, dessa forma, a construção de novos conhecimentos ou a exploração de seus conhecimentos prévios (COSCARELLI, 1998).

A partir dessa perspectiva, que se aproxima da concepção de aprendizagem significativa<sup>13</sup>, Borba e Penteado (2005) expressam que é preciso compreender as

---

<sup>13</sup> Ausubel et al. (1980), Moreira (1999), Moreira e Masini (2001).

relações estabelecidas pelo *software*: suas representações e as leituras críticas dessas representações.

Diante dessas considerações, deve-se pensar sobre o impacto do uso das TDIC nos processos de ensino e aprendizagem em cursos de Licenciatura em Matemática, em particular, utilizando *softwares* para favorecer o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos e de áreas afins, a partir da mediação e do desenvolvimento de sequências didáticas em ambientes informatizados. Nessa concepção, Zanette (2000, p. 25) defende que:

O uso do computador no processo educativo, em Matemática, possibilita novas práticas pedagógicas. Permite, pelo uso de seus recursos tecnológicos, pesquisar, fazer antecipações e simulações, confirmar idéias prévias, experimentar, criar soluções e construir novas formas de representação mental. Permite auxiliar a interação com diferentes formas de representação simbólica, como gráficos, planilhas, textos, notas musicais, ícones e imagens, além do conhecimento socializado, a superação dos problemas no processo ensino e aprendizagem de Matemática, pois permite um trabalho que respeita distintos ritmos de aprendizagem, auxiliando na correção dos desníveis de conhecimento.

Nesse contexto, priorizar o uso de recursos de *softwares* livres de matemáticos conectados (*on-line*) ou desconectados (*off-line*) da *Internet*, pode ser um aspecto que favoreça o processo educativo. Apesar de este já ser um debate antigo na educação matemática, ainda impõe seus desafios na atualidade. Essa perspectiva tem motivado muitos pesquisadores, nas últimas décadas<sup>14</sup>, a pesquisar na área.

Segundo Pais (2005), o uso desses recursos digitais da informática implicará numa transformação dos processos de ensino e aprendizagem convencional, pois exigirá, dos indivíduos envolvidos, uma revisão de suas atitudes. Portanto, os recursos da informática podem favorecer o desenvolvimento das atividades pedagógicas na área de matemática ou em outras áreas do conhecimento, mesmo que o professor faça uso de programas editores de texto, editores de desenho, planilhas eletrônicas, ou navegadores de *internet*.

---

<sup>14</sup> Os trabalhos de Silva e Utsumi (2007), Barcelos e Batista (2010), Almeida (2013), Santos e Macêdo (2013) e Martins E. (2013), corroboram aspectos positivos da utilização das tecnologias no ensino da matemática, bem como, de outras áreas disciplinares.

Apesar de estes programas não serem caracterizados como *softwares* educativos, podem ser direcionados a atividades educativas, bastando, para isso, um projeto interdisciplinar de ensino e de aprendizagem. No caso de *softwares* educativos, esse benefício está atrelado à qualidade e eficiência do *software* em mobilizar saberes da respectiva área de conhecimento para resultar em favorecimento da aprendizagem (FREIRE; PRADO, 2000; TARJA, 2008; ALMEIDA, 2012).

Nesse contexto, optei por escolher dois *softwares* educacionais livres de matemática: o *Calc* e o *SageMath*. Tais ferramentas estão envolvidas com as atividades investigativas e computacionais e foram mediadas na pesquisa a partir das sequências didáticas. Estas ferramentas visaram promover aprendizado e reflexão dos alunos investigados, diante da resolução das atividades que abordaram conceitos teóricos (medidas de posição e dispersão, gráficos estatísticos, operações aritméticas e algébricas e estudo da reta) e linguagens simbólicas pertinentes aos saberes matemáticos e computacionais.

Esses saberes são os alvos principais desta pesquisa, a qual entendo ter favorecido a formação inicial desses futuros professores de matemática, ao mesmo tempo em que buscou auxiliar seus letramentos digitais.

### **2.3.1 Planilha eletrônica *Calc***

Antes de começar especificamente abordando a funcionalidade do *Calc*, apresento algumas informações que podem situar esse *software* livre no contexto histórico do desenvolvimento das planilhas eletrônicas.

Segundo Afonso et al. (2014), o *software* VisiCalc foi a primeira planilha eletrônica ou folha de cálculo conhecida. Essa ferramenta tecnológica surgiu na década de 70 do século passado, para funcionar especificamente nos computadores da multinacional Apple. Posteriormente, em 1980 foram desenvolvidas planilhas com novas definições para computadores da IBM e, a partir dessa redefinição, uma geração de novas folhas de cálculo começou a surgir.

Uma das planilhas eletrônicas dessa nova geração que surgiu em 1982, denominada MultiPlan, foi desenvolvida pela Microsoft e funcionava no sistema operacional DOS - *Disk Operating System*. Tal planilha é considerada a precursora do Excel. Apesar da importância dessa aplicação, quem dominou o mercado de planilhas na década de 80 foi a planilha Lotus 1-2-3, desenvolvida pela empresa Oracle. A referida aplicação, porém, foi perdendo espaço a partir da criação da planilha Excel em 1987, desenvolvida como parte do pacote de suíte de escritório Microsoft Office (AFONSO et al., 2014).

Atualmente, é comum encontrar versões que funcionam *online*, a exemplo do Google planilhas, ou mesmo independentes, como a Gnumeric. Porém, a maioria ainda está disponível com licenças comerciais, como, por exemplo, o Excel que compõe o Microsoft Office. Algumas exceções de planilhas com licenças de *software* livre são o próprio Gnumeric (que acompanha o sistema Linux) e o *Calc* que compõe os suítes de escritório BrOffice ou LibreOffice. Existem ainda alternativas baseadas em *softwares* livres disponibilizadas para diferentes sistemas operacionais, incluindo Microsoft Windows, Unix, Solaris, GNU/Linux e Mac OS X.

Apesar de não serem desenvolvidos propriamente para fins educacionais, pois sua concepção inicial está relacionada com atividades comerciais, financeiras ou outras relacionadas a atividades de escritório nas empresas, as planilhas eletrônicas também foram incorporadas, a partir da década de 80, como ferramentas educativas. Neste caso, principalmente associadas com a área de matemática financeira e, posteriormente, a outras áreas, como a matemática aplicada e estatística (FIOREZE, 2010).

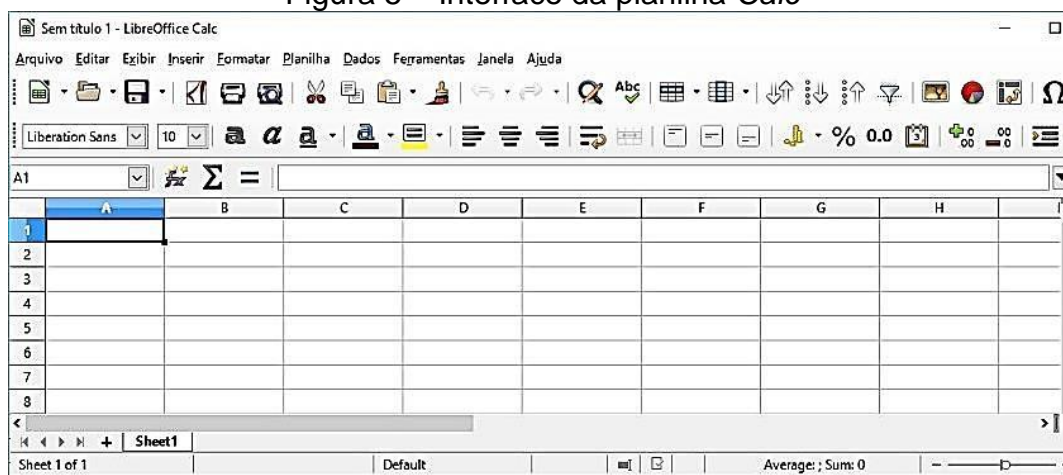
Nesse contexto, Fioreze (2010) defende o uso das planilhas no ensino da matemática, pois, segundo ele:

Com as planilhas eletrônicas, podem-se inserir fórmulas que possibilitam minimizar cálculos laboriosos e rotineiros, permitindo assim que se dê mais atenção à construção de procedimentos relacionados à resolução do problema e à verificação e análise do resultado encontrado. Assim como na utilização da calculadora, a montagem das expressões envolvidas na situação demanda que o aluno tenha conhecimento da hierarquia de cada operação em relação às demais, necessitando, quando necessário, a colocação de parênteses. Essa verificação do erro cometido ao observar os resultados encontrados possibilita que o aluno encontre na expressão o que deve ser corrigido (FIOREZE, 2010, p. 84).

Basicamente uma planilha eletrônica é um *software* que organiza e efetua cálculos em células distribuídas na forma de grade, com linhas numeradas na borda esquerda a partir do número 1 e de colunas na borda superior denominadas pelas letras do alfabeto ou combinação delas (A, B, C,...,AB,...). Assim, por exemplo, no cruzamento da coluna de nome A e a linha com o número 1, teremos a célula A1, conforme se verifica na Figura 5.

Além disso, dentro do ambiente de trabalho desse tipo de aplicação, existem ícones, menus e comandos programados automaticamente para executar funções específicas do campo da matemática, da estatística, da lógica, entre outras. Esse tipo de aplicação também dispõe de módulos para desenvolvimento de macros e programação vinculada com outro aplicativo específico com linguagem BASIC.

Figura 5 – Interface da planilha *Calc*



Fonte: Autor, 2017, a partir do *Calc*.

Conforme descrevem Afonso et al. (2014):

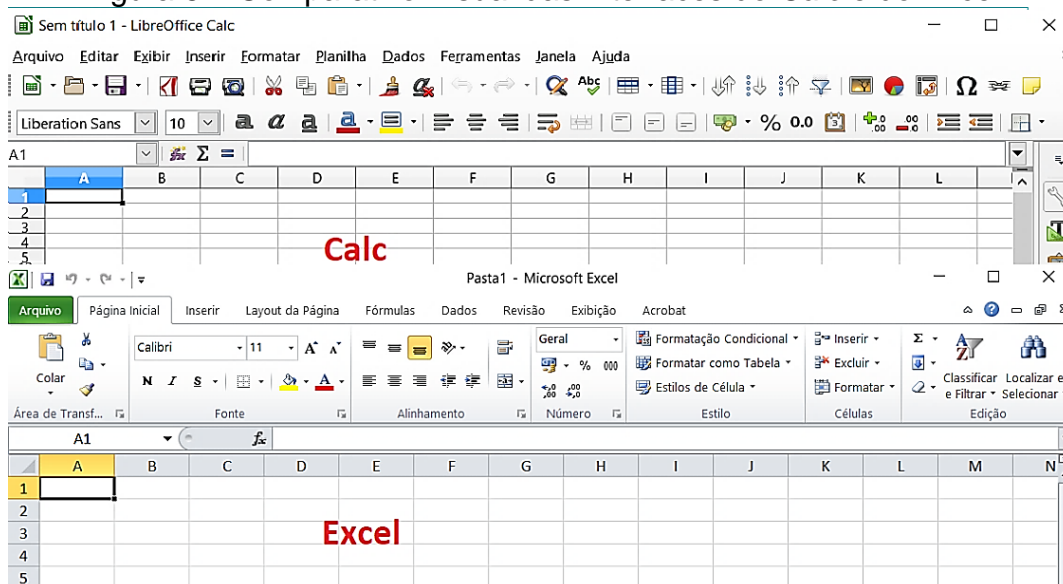
As folhas de cálculo são extremamente úteis para representar situações da vida pessoal e organizacional com vista à execução de tarefas quotidianas e à resolução de problemas. Com efeito, diversas actividades realizadas hoje de forma rotineira por diversos profissionais seriam já inimagináveis sem o recurso às folhas de cálculo. Estas permitem, entre outras vantagens, a automação de tarefas fastidiosas e propensas a erros, possibilitando que a atenção seja mais focada em funções de alto nível, aliadas à análise, à simulação e à decisão (AFONSO et al., 2014, p. 175).

Nesta pesquisa, uma das metas esteve relacionada ao uso e aplicação do *Calc*, que foi útil ao desenvolvimento de atividades de letramento digital. Porém,

apenas uma pequena parte de seus comandos foi usada no decorrer da atividade de intervenção. Desse modo, darei ênfase a alguns desses comandos para uma maior compreensão da potencialidade dessa ferramenta.

Segundo Afonso et al. (2014), o *Calc* começou a ser projetado a partir dos anos de 1990 pela empresa Star Division. Posteriormente esta empresa foi adquirida pela Sun Microsystems, que desenvolveu o pacote de aplicações de escritório StarOffice, no qual está integrada a planilha eletrônica *Calc*. Com relação a interface e principais funções, o *Calc* é bastante semelhante ao seu principal concorrente Excel (*software* com licença paga), conforme pode ser verificado na Figura 6.

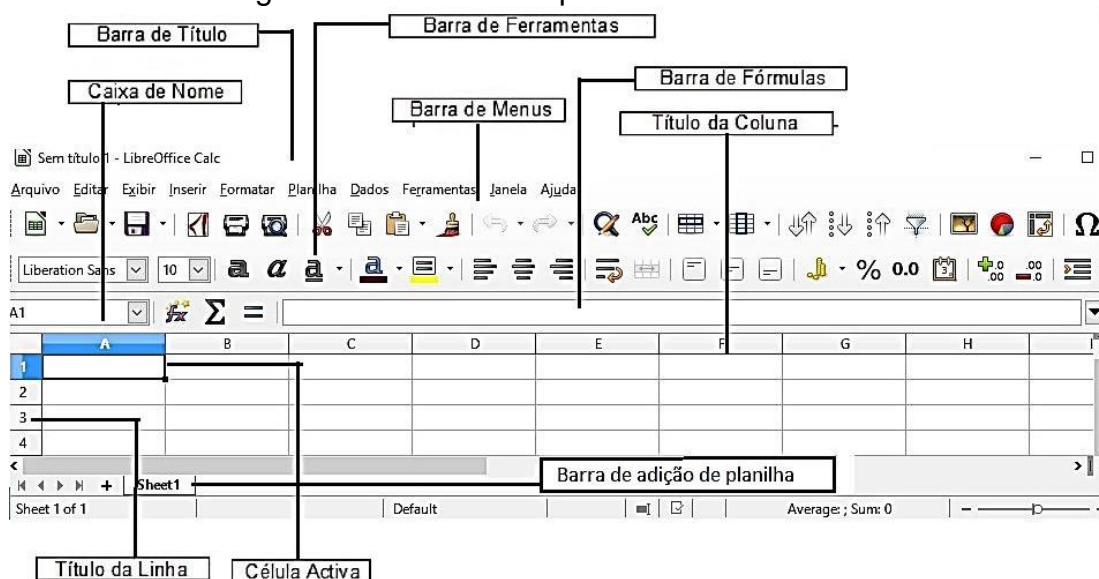
Figura 6 – Comparativo Visual das Interfaces do *Calc* e do Excel



Fonte: Autor, 2017, com base no Excel e Calc.

A partir do ano 2000, o código fonte da aplicação foi libertado sob a licença GPL - *General Public License* e serviu de base ao projeto OpenOffice desenvolvido pela organização OpenOffice.org. Posteriormente, os membros da OpenOffice montaram uma organização sem fins lucrativos denominada *The Document Foundation* para desenvolver o LibreOffice, que é praticamente o mesmo aplicativo do pacote OpenOffice. Pode-se verificar a interface do *Calc* da LibreOffice na Figura 7. Atualmente se encontra na versão 5.4.3, que foi objeto de utilização e avaliação nesta pesquisa (AFONSO et al., 2014).



Figura 7 – Interface da planilha de cálculo *Calc*

Fonte: Autor, 2017, a partir do *Calc*.

A extensão do arquivo do *Calc* tem habitualmente a extensão (.ods), que é típico do LibreOffice, mas também pode salvar suas planilhas no formato (.xls/.xlsx), padrão do Excel, entre outros formatos. Mesmo que o arquivo tenha sido criado pela aplicação Excel do Microsoft Office, o *Calc* será capaz de abrir e editar tais arquivos.

Para salvar em outros formatos, como por exemplo, no formato separado por vírgula (.CSV), que é bastante útil para ser lido em sistemas de Cálculo Numérico, como o *SageMath*, é necessário que se clique em "Arquivo", no menu, e, em seguida, "Salvar como...". Na parte inferior da caixa de diálogo, deve-se escolher "opções de Salvar" como tipo e selecionar CSV (separado por vírgulas). Depois basta escolher a pasta de destino e clicar no botão Salvar.

Optei por suprimir nesta fundamentação informações sobre operações mais básicas do *Calc*, relativas principalmente à inserção de dados nas células, formatação básica e movimentação de dados nas células, tanto pela facilidade com que essas ações podem ser efetuadas pelo usuário, quanto pelo excesso de informações teóricas descritas neste capítulo. Essas informações podem ser facilmente obtidas no próprio sistema de ajuda do *Calc* ou em manuais, livros ou no hipertexto, através do endereço [https://wiki.documentfoundation.org/images/2/2b/Manual-tic\\_0778-folha\\_de\\_Calculo.pdf](https://wiki.documentfoundation.org/images/2/2b/Manual-tic_0778-folha_de_Calculo.pdf).

A Figura 8 mostra o e-book desenvolvido pela foundation.org, usado como suporte durante as explicações teóricas no laboratório de informática e disponibilizado aos alunos para estudo no ambiente AVEA.

Figura 8 – Manual oficial do *Calc* pela LibreOffice



Fonte: Foundation.org, 2017.

Apresento no Apêndice F , um guia introdutório com algumas informações relevantes, relacionadas com afunções do Calc, usadas no desenvolvimento das atividades dessa pesquisa.

### 2.3.2 SageMath

O sistema *SageMath* foi desenvolvido por William Stein em 2005, sendo classificado como um *software* livre e de código aberto, nos termos da GNU *General Public License*. Seu objetivo era possibilitar uma alternativa livre aos programas de computação algébrica existentes no mercado, que, em sua maioria, apresentam licenças comerciais, como por exemplo, o Magma, o Maple, o Mathematica e o Matlab (STEIN e JOYNER, 2005; STEIN, 2009).

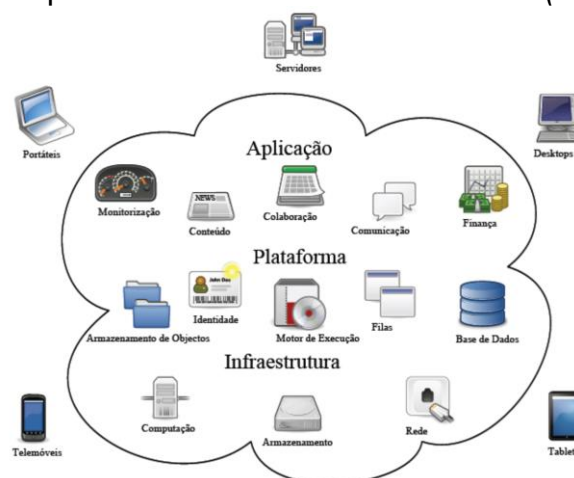
A partir do *SageMath* surgiu o *SageMathCloud*, que é um *software* de matemática gratuito que funciona na nuvem da *internet*, ou seja, na *cloud computing*. Seu nome derivou do acrônimo SAGE - Sistema Algébrico e Geométrico de

Experimentações ou *SageMath*. Desde seu início, ao ser concebido como um *software* livre de matemática tem possibilitado, principalmente no contexto norte americano, seu uso em ensino e pesquisa nas áreas de álgebra, geometria, teoria de números, criptografia, computação numérica e áreas relacionadas (STEIN, 2005, 2009).

Porém, para melhor compreender seu funcionamento, é conveniente entender um pouco do seu funcionamento na nuvem da *internet*.

Segundo Voas (2009) apud Silva e Alencar (2011), a nuvem da *internet* ou *cloud computing* é uma camada conceitual, uma nuvem que encobre a infraestrutura e todos os recursos, mas que apresenta uma interface padrão que disponibiliza uma infinidade de serviços (ver Figura 9). Nesse contexto, quando um usuário se conecta à *Internet*, pode fazer uso, na nuvem, de todos os recursos disponíveis da rede, inclusive *softwares*. Isso possibilita uma capacidade infinita de armazenamento, além de ampliar seu poder de processamento.

Figura 9 – Esquema visual da nuvem da *internet* (*cloud computing*)



Fonte: Wikipédia, 2017, com base em [https://pt.wikipedia.org/wiki/Computação\\_em\\_nuvem](https://pt.wikipedia.org/wiki/Computação_em_nuvem)

Diante dessa perspectiva, a nuvem da *internet*, ou *cloud computing*, permite que a infraestrutura computacional seja migrada para a rede. Isso possibilita que os *softwares* e dados computacionais das pessoas e das instituições sejam movidos para os *data centers*, que são centros de processamento de dados em que estão concentrados sistemas computacionais de uma empresa ou organização. Tais sistemas de *hardware* e *software* proveem as aplicações que formam os serviços na *Internet* (LAUDON, 2011).

Segundo Silva e Alencar (2011), esses serviços se subdividem, formando uma infraestrutura de acesso aos usuários e organizações através das plataformas:

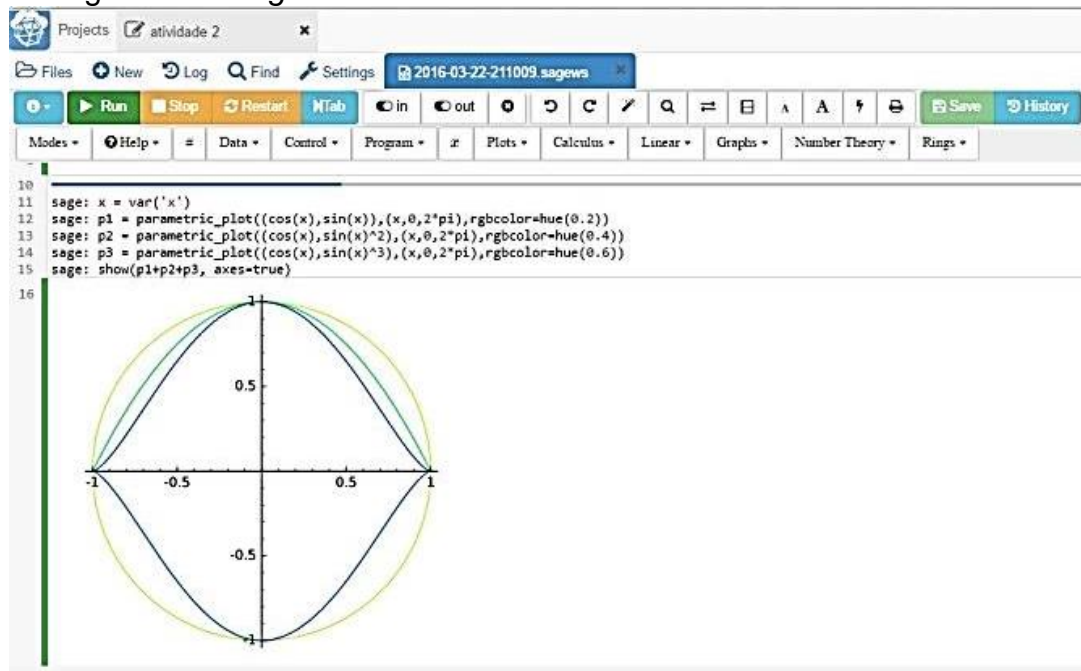
**Software como Serviço (SaaS)** [...] representa os serviços de mais alto nível disponibilizados em uma nuvem. Esses serviços representam as aplicações completas, que são oferecidas aos usuários. Os prestadores de serviços disponibilizam o SaaS na camada de aplicação, o que leva a rodar inteiramente na nuvem e pode ser considerado uma alternativa a rodar um programa em uma máquina local, assim o SaaS traz a redução de custos, dispensando a aquisição de licença de *softwares*. Colocamos como exemplo de SaaS, sistemas de banco de dados e processadores de textos.

**Plataforma como Serviço (PaaS)** [...] tem por objetivo facilitar o desenvolvimento de aplicações destinadas aos usuários de uma nuvem, criando uma plataforma que agiliza esse processo. O PaaS oferece uma infraestrutura de alto nível de integração para implementar e testar aplicações na nuvem. Também fornece um sistema operacional, linguagens de programação e ambientes de desenvolvimento para as aplicações, auxiliando a implementação de *softwares*, já que contém ferramentas de desenvolvimento e colaboração entre desenvolvedores.

**Infraestrutura como Serviço (IaaS)** [...] traz os serviços oferecidos na camada de infraestrutura. Nestes serviços podemos incluir servidores, roteadores, sistemas de armazenamento e outros recursos de computação. Também é responsável por prover toda a infraestrutura necessária para a SaaS e o PaaS. O IaaS traz algumas características, como uma interface única para administração da infraestrutura, a aplicação API (*Application Programming Interface*) para interação com *hosts*, *switches*, roteadores e o suporte para adicionar novos equipamentos de forma simples e transparente (ibid., p. 6).

Visando aproveitar as características potenciais da nuvem da *internet*, muitos serviços de *software* (SaaS) foram migrados de servidores da *internet* específicos para a nuvem. O mesmo aconteceu com o SAGE *Notebook* que deu origem ao *SageMathCloud*, que pode ser visualizado na Figura 10.

Figura 10 – SageMathCloud em funcionamento na nuvem da *internet*



Fonte: Autor, 2017, com base em <https://cloud.SageMath.com/>.

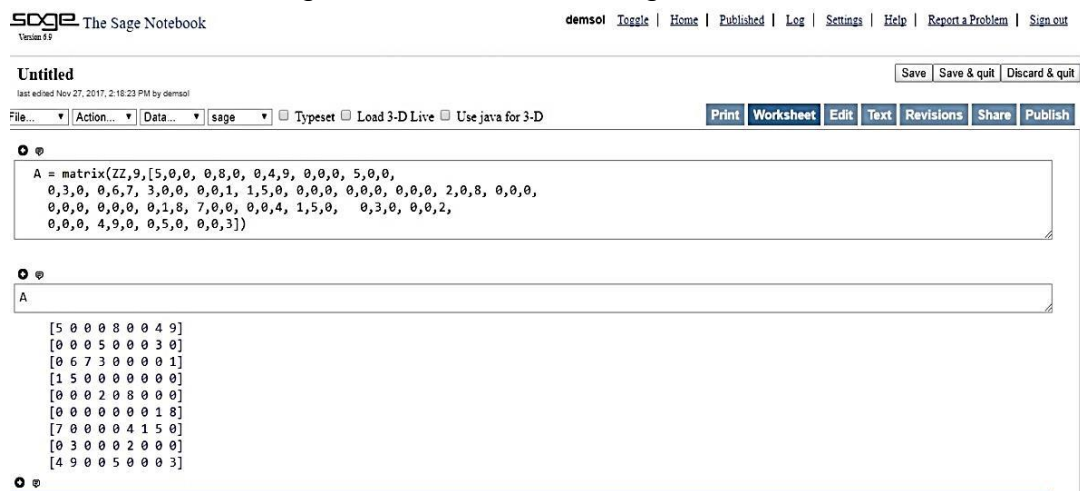
O SageMathCloud foi criado em 2013 e era conhecido anteriormente como SAGE Notebook ou SageMath (Figuras 11 e 12). No início de sua implantação, funcionava sob duas plataformas: uma *off-line* acessada por um *Live CD*, que roda diretamente no CD e que pode ser instalado ou não, fisicamente no HD ou em uma máquina virtual Java; e outra *online* que funcionava em um servidor da *internet* que provia sua funcionalidade. A versão SAGE Notebook ainda está ativa na *internet*, mas se tornou obsoleta em sua versão 6.0 quando foi substituída pelo SageMathCloud (SAGEMATH.ORG, 2017).

Figura 11 – Plataforma de acesso do Sage Notebook

The screenshot shows the Sage Notebook v6.9 login page. At the top, it says 'Sage The Sage Notebook Version 6.9'. Below this, a message reads: 'Congratulations demsol! You can now sign into the Sage Notebook.' The page is divided into two main sections. On the left, there's a 'Welcome!' section with the text: 'Sage is a different approach to mathematics software. The Sage Notebook With the Sage Notebook anyone can create, collaborate on, and publish interactive worksheets. In a worksheet, one can write code using Sage, Python, and other software included in Sage. General and Advanced Pure and Applied Mathematics Use Sage for studying calculus, elementary to very advanced number theory, cryptography, commutative algebra, group theory, graph theory, numerical and exact linear algebra, and more. Use an Open Source Alternative'. On the right, there's a 'Sign into the Sage Notebook v6.9' section with a login form. The form has fields for 'Username' (with the value 'demsol') and 'Password' (with a masked password '\*\*\*\*\*'). Below the password field is a 'Sign in' button. At the bottom of the login section, there are links: 'Sign up for a new Sage Notebook account', 'Browse published Sage worksheets (no login required)', and 'Sign in'.

Fonte: Autor, 2017, a partir do Sage Notebook.

Figura 12 – Cálculo no Sage Notebook



Fonte: Autor, 2017, a partir do Sage Notebook.

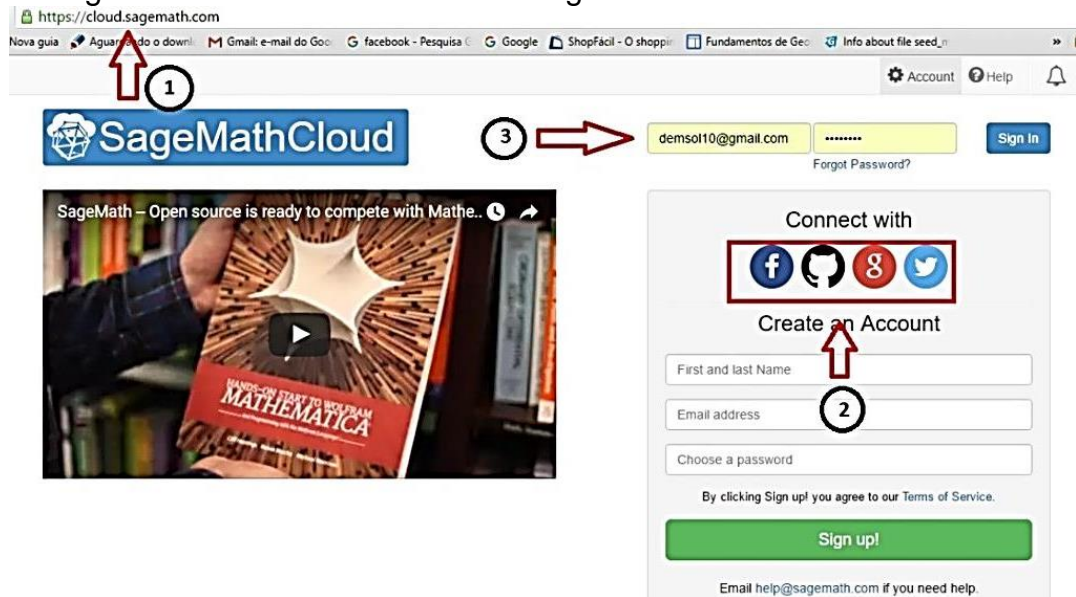
Outra mudança ocorrida recentemente, em julho de 2017, foi a alteração, pelos desenvolvedores (*SageMath.org*), do nome *SageMathCloud* para *COCALC - Collaborative Calculation in the Cloud*. Tal mudança ocorreu devido aos desenvolvedores entenderem que o ambiente havia expandido em suas funcionalidades computacionais, superando assim sua característica inicial de computação algébrica.

Segundo a *SageMath.org*, o sistema atual (*COCALC*) conta com sofisticado serviço de computação *online*, abrangendo ferramentas para Cálculo Matemático: *SageMath*, *SymPy*, *Maxima*; Análise Estatística: *R project*, *Pandas*, *statsmodels*, *scikit-learn*, *Tensorflow*, e outros sistemas e linguagens computacionais: *LaTeX*, *Octave*, *Julia*, etc.

Nesse contexto, *SageMath* passou a fazer parte das ferramentas disponibilizadas nessa nova plataforma, entretanto, a operacionalização do *COCALC* é equivalente a *SageMathCloud* (ver Figuras 13 e 14). Suas interfaces, inclusive, continuam praticamente iguais. Em função disso, optei por usar apenas o nome *SageMath* como referência principal para o sistema (*SAGEMATH.ORG*,2017).

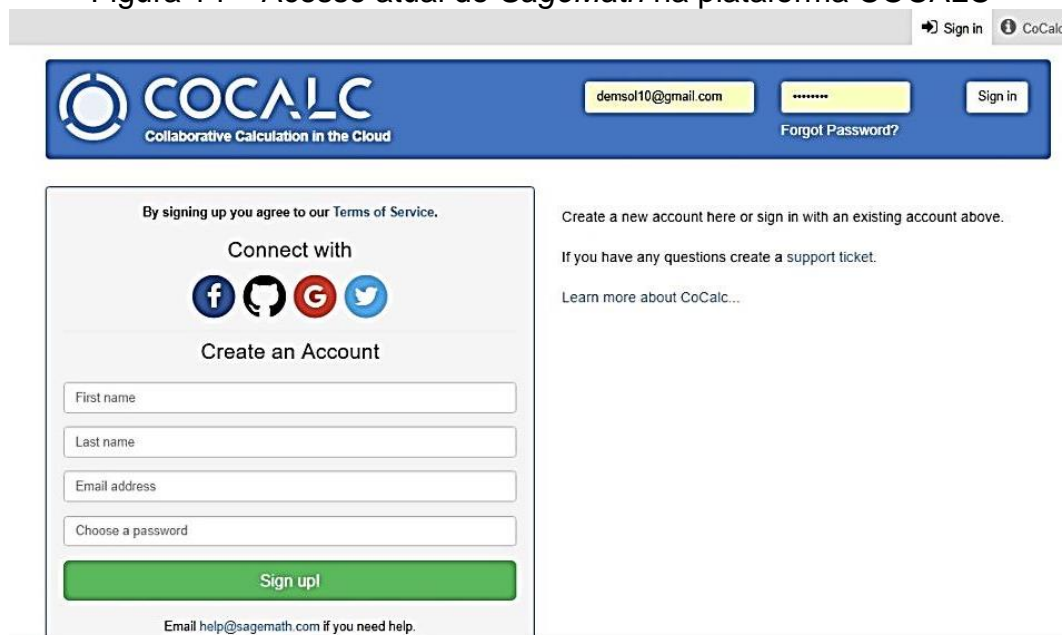


Figura 13 – Interface do sistema SageMathCloud antes do COCALC



Fonte: Autor, 2017, a partir do SageMathCloud.

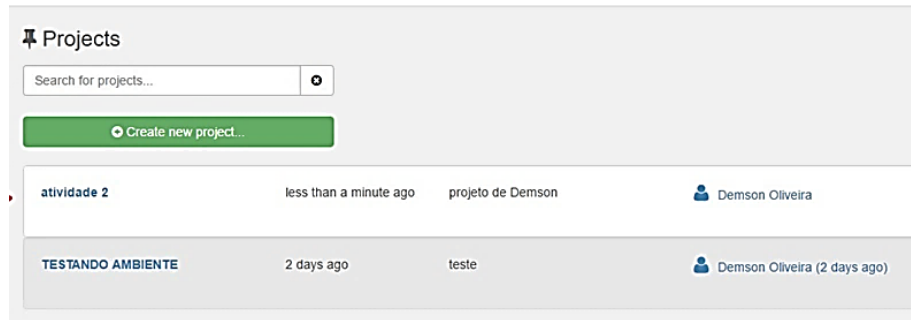
Figura 14 – Acesso atual do SageMath na plataforma COCALC



Fonte: Autor, 2017, a partir do CoCalc.

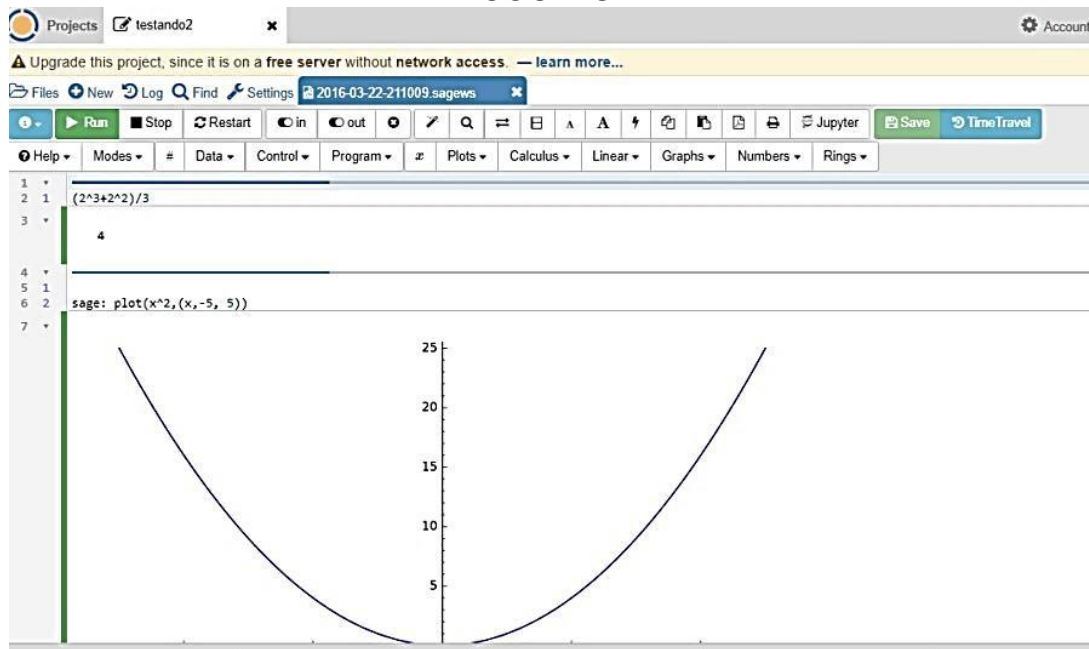
O princípio de trabalho do SageMath baseia-se em projetos de colaboração ou individuais, onde os cálculos matemáticos são desenvolvidos em uma área de trabalho denominada Sage worksheet (ver Figuras 15 e 16).

Figura 15 – Área de produção inicial de projetos no *SageMath*



Fonte: Autor, 2017, a partir do *SageMath*.

Figura 16 – Folha de cálculo (*worksheet*) do *SageMath* a partir do ambiente COCALC



Fonte: Autor, 2017, a partir do *SageMath*.

O *SageMath* utiliza como linguagem principal de programação o Python e suporta, ainda, programações procedural, funcional e orientada a objetos. O sistema também interpreta e executa outras linguagens computacionais, tais como, R, C, C++, Common Lisp, Matlab e Fortran (SAGEMATH.ORG, 2017). Além disso, ele representa uma categoria de sistema denominado CAS – *Computer Algebra System*, porém com potencial ampliado, pois foi projetado para trabalhar com um vasto repertório de linguagens computacionais de programação de alto nível. Tudo isso foi possível pela junção dos compiladores e pacotes gratuitos dessas linguagens num único sistema livre (STEIN, 2009).



Segundo Stein (2009), tanto o modelo de desenvolvimento como a tecnologia empregada no *SageMath* (*SageMathCloud*) se distinguem pela forte ênfase em transparência, cooperação e colaboração, ou seja, se apoiam nos princípios do *Software* Livre e, conseqüentemente, promovem o acesso a recursos que, em outras aplicações comerciais, seriam cobrados.

No Quadro 2 pode-se ver alguns desses pacotes que qualificam essa ferramenta de computação algébrica e a tornam mais flexível e eficiente.

Quadro 2 – Pacotes disponíveis no *SageMath*

Área relacionada	Nome do Pacote
Álgebra	GAP, Maxima, Singular, Macaulay 2
Geometria algébrica	Singular, Macaulay 2
Aritmética de precisão arbitrária	MPIR, MPFR, MPFI, NTL, mpmath
Geometria aritmética	PARI/GP, NTL, mwrank, ecm
Cálculo	Maxima, SymPy, GiNaC
Combinatória	Symmetrca, Sage-Combinat
Álgebra linear	ATLAS, BLAS, LAPACK, NumPy, LinBox, IML, GSL
Computação numérica	GSL, SciPy, NumPy, ATLAS, Scilab, GNU Octave
Teoria dos números	PARI/GP, FLINT, NTL, Kash/Kant
Computação estatística	R, SciPy
Banco de dados	ZODB, Python pickles, SQLite
Configuração do tipo de matemática	LaTeX
Interface gráfica	Sage <i>Notebook</i> , jsmath.
Gráficos	Matplotlib, Tachyon3d, GD, Jmol
Linguagem de programação interativa	Python
Rede	Twisted

Fonte: *SageMath.org*, 2017.

No decorrer da pesquisa, algumas atividades investigativas foram desenvolvidas utilizando como base a linguagem R e a própria linguagem do *SageMath*. Para auxiliar os alunos nesse desenvolvimento e permitir do

conhecimento de algumas funções do *SageMath*, foi montado um pequeno guia introdutório que consta no Apêndice I.

Na sequência, apresento um recorte de algumas pesquisas na área temática relacionada a este trabalho, que visa auxiliar na compreensão deste estudo, pois permite adquirir uma visão inicial acerca dos problemas situados nesse contexto que envolve tecnologias digitais, ensino da matemática e formação inicial de licenciandos em matemática.

## 2.4 Pesquisas acerca da temática

Apresento nesta seção algumas informações provenientes de pesquisas nacionais desenvolvidas nos últimos seis anos. Estas, por sua vez, estão relacionadas com pesquisas de pós-graduação *stricto senso* (doutorado ou mestrado) disponíveis em bancos de teses e dissertações virtuais, integrados em *sites* de bibliotecas digitais das instituições de ensino superior que promovem essas pesquisas, tais como, biblioteca digital da UNIVATES (<https://www.univates.br/bdu/>), biblioteca digital da Unicamp (<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/>), entre outras instituições.

Além desses portais virtuais, também encontrei a maioria destes trabalhos de pesquisa em portais específicos no âmbito nacional, tais como, o portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em <http://bancodeteses.capes.gov.br/banco-teses>, vinculado ao Ministério da Educação, e o portal da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), em <http://bdtd.ibict.br/vufind/>, mantido pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT).

Nesse sentido, as informações que apresento representam um pequeno recorte nas pesquisas realizadas no país. Tais produções investigadas estão correlacionadas com o tema proposto. Como forma de filtrar e selecionar trabalhos relevantes nos portais indicados, busquei, inicialmente, utilizar um termo próximo do próprio título apresentado nesta pesquisa: “letramento digital em um curso de licenciatura em matemática a partir de *softwares* livres”. A partir disso, não encontrei

trabalho idêntico, nem semelhante na concepção adotada com letramento digital envolvido com ensino da matemática.

Os resultados mostrados a partir dessa busca, porém, são muito amplos e dificultam seu refinamento, mesmo aplicando filtros. Assim, optei por restringir a busca utilizando três tópicos menores relacionados ao título inicial: Tecnologias digitais no ensino da matemática, *software* livre no ensino da matemática, Tecnologias e licenciatura em matemática. A partir destes, combinando filtros de resultados do *site* relacionados com áreas de concentração - ensino da matemática, educação matemática e tecnologias na educação, licenciatura em matemática-, obtive alguns resultados em quantidade ainda expressiva (casa das centenas), porém passíveis de serem selecionadas.

Curiosamente, ao restringir a pesquisa com as palavras *Calc* e *SageMath*, observei algumas dezenas de trabalhos relacionados com a primeira, porém, com relação à segunda, não encontrei nenhum trabalho, ou não existem no âmbito da pesquisa nacional (na área de educação matemática, tecnologias educacionais, ensino da matemática ou matemática pura).

Quando busquei pelo termo “*software* livre”, foram apontadas algumas centenas de resultados relacionados com o ensino da matemática ou educação matemática, porém, em sua maioria, contextualizados via *softwares* livres conhecidos no meio educacional, tais como *Winplot*, *Geogebra*, *Graphmatica*, *Kig*, *Kseg*, *SimCalc*, *Calc*, entre outros mais usuais.

Ressalto, ainda, que não verifiquei em nenhuma pesquisa, nos âmbitos da educação matemática ou ensino da matemática, a correlação entre letramento digital e o ensino da matemática. O contrário aconteceu quando associei tecnologias digitais e ensino da matemática, tema que aparece correlacionado em centenas de trabalhos, dentre os quais apresento alguns, a seguir. A partir desses fatos, destaco a importância do conhecimento que pretendo produzir a partir desta pesquisa.

Diante da infinidade de pesquisas encontradas, verifiquei algumas dezenas relacionadas com uso de tecnologias livres no ensino de matemática. Porém, como já havia mencionado, não encontrei trabalhos nacionais com uso do *SageMath* no ensino da matemática e poucas unidades abordando o uso do *Calc* nesse mesmo

contexto. Nos casos investigados, também não há trabalhos relacionando letramento digital ao processo de formação de licenciandos em matemática.

Portanto, para facilitar a escolha de alguns desses trabalhos adotei como critério: a proximidade com o tema abordado na pesquisa, privilegiando aqueles que promoviam discussões e contribuições sobre os benefícios e desafios do uso dos *softwares* de matemática, em especial dos *softwares* livres, nos processos que envolvem ensino e aprendizagem da matemática em diferentes níveis educacionais, inclusive no superior.

A partir desse critério, optei por apresentar como amostra seis dissertações de mestrado, conforme apresento no Quadro 3, que em minha opinião tiveram destaque e relevância diante do que proponho nesse estudo.

Quadro 3 – Síntese dos resultados obtidos nos portais investigados

<b>Título da dissertação</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>
O uso dos <i>softwares</i> <i>Winplot</i> e <i>Winmat</i> no curso de Licenciatura em Matemática: Potencialidades, Possibilidades e Desafios	Egídio Rodrigues Martins	2013
Investigando o uso de <i>softwares</i> educacionais como apoio ao ensino de matemática	Celso Pessanha Machado	2011
Matemática inclusiva, situações didáticas e tecnologia: um estudo de caso no ensino superior	Adriana Maria Baleno Toste	2013
O uso da planilha eletrônica <i>Calc</i> no ensino de matemática no primeiro ano do ensino médio	Fabício Ferreira Dias	2013
Uso de Recursos Computacionais nas aulas de Matemática	Liliane Carine Mueller	2013
Aprendizagem mediada por tecnologias digitais baseadas em <i>software</i> livre no âmbito do programa um computador por aluno – prouca	Wilkens Lenon Andrade	2013

Fonte: CAPES/ BDTD, 2016.

No contexto das produções que utilizaram *softwares* matemáticos no ensino superior, destaco a dissertação de mestrado desenvolvida por Martins E. (2013). Em seu trabalho, o autor pesquisou sobre as possíveis contribuições dos *softwares* de matemática *Winmat* e *Winplot*, na formação do professor de matemática. Em

particular, a pesquisa desse autor investigou as práticas e concepções sobre o assunto com um grupo de 9 professores do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais - IFNMG – Campus Januária.

Como objetivo principal, Martins E. (2013) buscou discutir sobre as potencialidades, possibilidades e os desafios da implantação de *softwares* matemáticos no curso de Licenciatura em Matemática, além de analisar a proposta do Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Matemática na Instituição de Ensino onde foi desenvolvida a pesquisa.

Nessa pesquisa, Martins E. (2013) partiu de suas reflexões sobre suas experiências e vivências como aprendiz na época em que cursava licenciatura em Matemática. Também considerou sua realidade no período da investigação, quando atuava como professor na instituição pesquisada. A partir disso, desencadeou ações que visaram a promover a reflexão e ação com nove docentes. Buscou desenvolver uma maior percepção dos professores quanto à sua realidade como professores no contexto das tecnologias, além de visar à construção de propostas de atividades práticas, empregando os *softwares* em estudo.

Os resultados da pesquisa de Martins E. (2013) apontaram que, apesar das possíveis dificuldades de incorporação de recursos computacionais ao contexto educativo explorado pelos professores, estes estavam empenhados em refletir e debater sobre a incorporação desses recursos no contexto pedagógico da instituição. O autor também inferiu a possibilidade de desenvolver propostas de uso dos *softwares* Winplot e Winmat em disciplinas da área de Matemática aplicada do curso, como, por exemplo, Cálculo Diferencial e Integral; Fundamentos da Matemática e Álgebra Linear. Nesse sentido, autor e participantes compreenderam a relevância de colocar em prática o que foi trabalhado na pesquisa.

Outro pesquisador, Machado (2011), investigou em sua dissertação o uso de alguns *softwares* educacionais como ferramentas de apoio aos professores de matemática em seus processos de ensino. O trabalho de pesquisa desse autor envolveu professores do ensino fundamental de uma escola particular e alunos do nono ano do Ensino Fundamental, primeiro e terceiros anos do Ensino Médio, em

processos de ensino e aprendizagem em que os sujeitos da pesquisa experimentaram os *softwares*, *Google Earth*, *Graphmatica* e *Google Sketchup*. Segundo o pesquisador, a escolha desses *softwares* partiu dos professores pesquisados e “foi resultado de uma reflexão de um grupo de professores de Matemática acerca do uso da Informática na Educação e da realidade que a sala de aula apresenta” (ibid., p. 38).

Os resultados dessa pesquisa relacionam os efeitos decorrentes das escolhas dos *softwares* educativos nas práticas pedagógicas dos professores aos contextos de sua formação. Nesse sentido, Machado (2011) observa, em conjunto com os sujeitos investigados, duas vias nas acepções sobre uso das tecnologias. Por uma, os alunos inseridos em um universo digital que “é pleno de significado para o jovem contemporâneo, pois faz parte do seu cotidiano, muito mais talvez, do que qualquer disciplina ministrada nas escolas” (ibid., p. 100). Pela outra via, os professores, na maioria das vezes, não têm uma formação adequada aos desafios que as tecnologias impõem em suas práticas pedagógicas.

Em suas considerações, Machado (2011) ressalta, em consonância com as concepções dos professores investigados e das experiências vivenciadas na pesquisa nos contextos social e educacional, que os sujeitos devem assumir posturas autônomas de reflexão, onde suas ações e atitudes possibilitam ajustes na correção das defasagens formativas para o uso das tecnologias. Como resultado dessa iniciativa, favoreceu-se a formação continuada e o desenvolvimento de linguagens próprias do contexto contemporâneo, em que as tecnologias digitais da informação e comunicação inevitavelmente são parte do processo educativo e da sociedade tecnológica.

Já a pesquisa de Toste (2013) buscou, em seu trabalho, contribuir com o aperfeiçoamento da prática pedagógica do professor de matemática, apresentando procedimentos e estratégias de ensino com o uso de tecnologias capazes de facilitar a inclusão de alunos que apresentam limitação motora.

A pesquisa de Toste (2013) foi motivada por sua realidade, quando se deparou com um aluno que apresentava dificuldades motoras num curso superior de Administração, numa instituição privada, no decorrer do ensino na área de

matemática. A partir disso, a autora buscou como objetivo principal “identificar os recursos e estratégias de Tecnologia Assistiva, voltados para alunos com limitações motoras, além de propor atividades didáticas” (ibid., p. 14) na área de matemática, contribuindo como exemplo para outros educadores.

Toste (2013) disserta em sua pesquisa que, assim como ela, muitos professores só percebem a defasagem de conhecimentos profissionais e de formações pedagógicas (na área de ensino da matemática ou outra área qualquer) quando se deparam com situações que impõem certo desafio, como ocorreu nesse caso, relacionado com a inclusão de alunos com alguma deficiência motora. Para solucionar essa questão, vislumbrou como hipótese a ideia de que o uso do recurso tecnológico aplicado ao ensino da matemática “proporciona e oferece às pessoas com limitação motora novas maneiras de acesso ao conteúdo da aula e, além disso, pode minimizar o déficit de aprendizagem trazido pelo descontrole motor” (ibid., p. 15).

Como resultados, Toste (2013) descreve que a utilização da visualização gráfica proporcionada pelos *softwares* usados na pesquisa é uma vantagem sobre a manipulação algébrica, o que favoreceu a superação da dificuldade motora do aluno pesquisado. Além disso, os resultados dessa pesquisa apontam que é “possível minimizar os obstáculos que impedem a aprendizagem da Matemática aos sujeitos que possuem dificuldades motoras, em qualquer nível de ensino” (ibid., p. 77). Ressalta, ainda, que tais propostas também se adequam a alunos que não apresentam tais dificuldades ou que possuem outras limitações físicas, bastando apenas agir de forma planejada e consciente para tal fim educativo.

Com relação ao nível de ensino Básico, destaco, dentre muitas pesquisas encontradas, algumas que trabalharam com ferramentas semelhantes, a exemplo, do *Calc*, ou compartilham alguma similaridade nas características e fundamentos, a exemplo do *SageMah*, com as ferramentas tecnológicas utilizadas nas pesquisas que fazem parte deste tópico.

Nesse sentido, Dias (2013) teve como proposta, em seu trabalho de pesquisa, mostrar estratégias interessantes dentro de sua metodologia para o ensino de

matemática no primeiro ano do Ensino Médio, utilizando a planilha eletrônica *Calc*. Segundo o próprio autor, com relação às possibilidades vislumbradas na ferramenta:

[...] comprova-se que o ensino de alguns tópicos da matemática, fazendo uso da planilha eletrônica, permite a manipulação das funções, construção de tabelas e fórmulas, explorando temas do cotidiano dos estudantes de forma interativa, o que possibilita o desenvolvimento de habilidades de investigação, incentiva a criatividade e autonomia, bem como proporciona aos educadores um trabalho pedagógico estimulante e uma aprendizagem significativa (ibid., p. 2).

O trabalho de Dias (2013) foi desenvolvido, principalmente, como pesquisa bibliográfica, apesar de apresentar alguns aspectos incipientes de estudo de caso. Sua abordagem teórico-metodológica foi baseada nas representações semióticas proporcionadas na interação dos alunos com a planilha eletrônica *Calc*. O autor contou com a participação de alguns professores de Matemática da Educação Básica e seus alunos, para apreciação e validação das atividades.

Como resultados, o autor destaca que as planilhas eletrônicas podem ser usadas para agilizar “alguns processos que eram feitos manualmente, permitindo fazer inferências e análises mais profundas, chegando a conceitos genéricos dentro de alguns tópicos” (ibid., p. 80). Além disso, referiu que a heterogeneidade dos alunos com relação aos conhecimentos iniciais com as planilhas eletrônicas pode prejudicar o objetivo, se o professor não souber agrupar aqueles com maior familiaridade com os de menor conhecimento, evitando reduzir a atividade a uma mera atividade de informática, que, apesar de ter importância, não deve ser o foco num processo de ensino e aprendizagem da matemática.

Mueller (2013), outra pesquisadora, ao “usar recursos computacionais nas aulas de matemática” - título de sua pesquisa -, objetivou investigar aspectos que favorecem o trabalho pedagógico do professor de matemática quando faz uso de recursos computacionais. A autora procurou, mediante intervenção pedagógica com alunos da 5ª série (6º ano) do Ensino Fundamental, enfatizar o trabalho em grupo, resolvendo situações-problemas de forma diferenciada e motivadora. Para isso, utilizou diferentes recursos digitais, como *softwares* educativos de nível básico, jogos educativos computacionais e mídias da *internet*.



Uma de suas principais motivações foi sua própria inquietação diante dos resultados oficiais do ensino da Matemática, bem como sua necessidade, dentro do coletivo de professores nessa área de ensino, de “fazer uma reflexão sobre sua prática, valorizando a compreensão do assunto por ele trabalhado” (ibid., p. 15).

Como resultados em sua pesquisa, Mueller (2013) destaca que as atividades desenvolvidas proporcionaram, aos sujeitos pesquisados, um momento de prazer e aprendizagem através dos recursos computacionais propostos, motivando o professor ou professora ainda mais na carreira profissional. Além disso, ressalta em sua pesquisa que o dinamismo proporcionado pelas ferramentas computacionais favoreceu o desenvolvimento da aprendizagem significativa, motivando os alunos, que demonstraram maior entusiasmo e confiança na realização de atividades individuais. Ainda como resultado, a pesquisadora observa que o conteúdo exposto em sala de aula também é importante e deve ser trabalhado em conjunto com o recurso computacional, pois, deste modo, pode-se favorecer os processos de ensino e de aprendizagem da matemática.

Mueller (2013) finaliza seu trabalho de pesquisa refletindo da seguinte forma:

[...] entendemos que a utilização de recursos tecnológicos nas aulas de Matemática como uma estratégia de ensino constituiu uma possibilidade de busca de melhores maneiras de se trabalhar os conteúdos matemáticos, também oportunizou a reflexão sobre a nossa prática educativa como docentes (ibid., p. 100).

Já Andrade (2013) teve como objetivo de sua pesquisa analisar o *software* livre como base para construção de um ambiente de aprendizagem e inclusão social e digital, num contexto de rede, quer seja *online* ou *off-line*. A motivação do pesquisador ocorreu pelo conhecimento dos princípios do *software* livre que regem o discurso de liberdade, solidariedade e colaboração, dentro da sociedade.

Esse mesmo autor, discutiu, em conjunto com professores e gestores de uma escola de rede municipal de ensino, o tema da Inclusão Digital, num contexto escolar e numa perspectiva sociocultural. Ao ter como foco a reflexão das temáticas da liberdade de acesso e uso livre do conhecimento nesse ambiente pedagógico, o

pesquisador buscou implicar a apropriação tecnológica a partir da dimensão do compartilhamento de saberes entre sujeitos. A hipótese desse pesquisador foi:

[...] o *software* livre potencializa o processo da aprendizagem quando compreendido e apropriado, na escola, a partir de sua origem fundante que é a inteligência coletiva, fruto do compartilhamento do conhecimento entre desenvolvedores e usuários, associada à filosofia que orienta o seu desenvolvimento, aplicação e evolução (ANDRADE, 2013, p.. 13).

Nos resultados de sua pesquisa, Andrade (2013) pôde observar que a maioria dos professores participantes não conhecia os conceitos de sistemas (*software*) proprietário ou abertos, revelando, portanto, um problema, ou seja, a falta de conhecimento sobre esses princípios que são regidos pelos aspectos social, cultural e econômico. Nessa pesquisa, o autor averiguou que os professores apresentavam um (des)conhecimento da não-neutralidade da tecnologia. Além disso, percebeu que a falta de uma formação tecnológica apoiada na colaboração ainda é um entrave no desenvolvimento de atividades envolvendo tecnologias livres. Esse cenário de colaboração, o pesquisador descreve como

[...] um cenário de compartilhamento do conhecimento que poderia e pode evoluir para o nascimento de um grupo ou de vários grupos interconectados, que se ajudem mutuamente, em comunidades de usuários de *softwares* educacionais livres, seja em modo *online* ou *offline*, podendo criar um contexto de criatividade para uma apropriação tecnológica do jeito e com os conteúdos que a escola precisa - com o uso consciente das tecnologias digitais na educação e com autonomia tecnológica capaz de interferir de forma libertária na realidade individual e coletiva (Ibid., p. 159).

Diante do exposto, percebo que as pesquisas usando *softwares* educacionais ou *softwares* livres matemática mostram que a efetividade nos processos de aprendizagem e de ensino não tem a ver, necessariamente, com as ferramentas em si. Apesar de ser indicado, em algumas pesquisas, o cuidado na hora de fazer essa escolha, na maioria dos casos que investiguei, a preocupação concentra-se nas questões relacionadas às ações e reflexões tomadas a partir desses usos, tanto no contexto do aluno quanto do professor. Nesse sentido, o planejamento e a execução dessas ações também são relevantes para o sucesso dos processos de ensino e aprendizagem na área educativa envolvendo tecnologias.

Com base nessas pesquisas analisadas, entendo que, ao explorar os *softwares* propostos e ao discutir ações para o letramento digital dos alunos e futuros professores, estarei contribuindo para compartilhar novos saberes sobre *softwares* livres aplicados ao ensino da Matemática, os quais, por sua vez, ainda são pouco explorados no contexto da educação nacional, como é o caso do *SageMath* e do *Calc*. Também estarei contribuindo, num contexto local e institucional, com melhorias nos processos formativos dos futuros professores de matemática.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Apresento nesta seção uma descrição dos procedimentos metodológicos que foram adotados na pesquisa, justificando-os quanto à sua opção no contexto teórico e prático. Nesse sentido, explico como ocorreu a escolha dos participantes e como foi desenvolvido o processo de pesquisa com estes indivíduos.

No intuito de organizar melhor essas explicações, apresento, na sequência, os tópicos correspondentes à caracterização da pesquisa, o delineamento da pesquisa, as técnicas e instrumentos de coleta de dados, uma sucinta caracterização do ambiente e dos alunos envolvidos e, finalmente, como os dados da pesquisa foram analisados.

#### 3.1 Caracterização da pesquisa

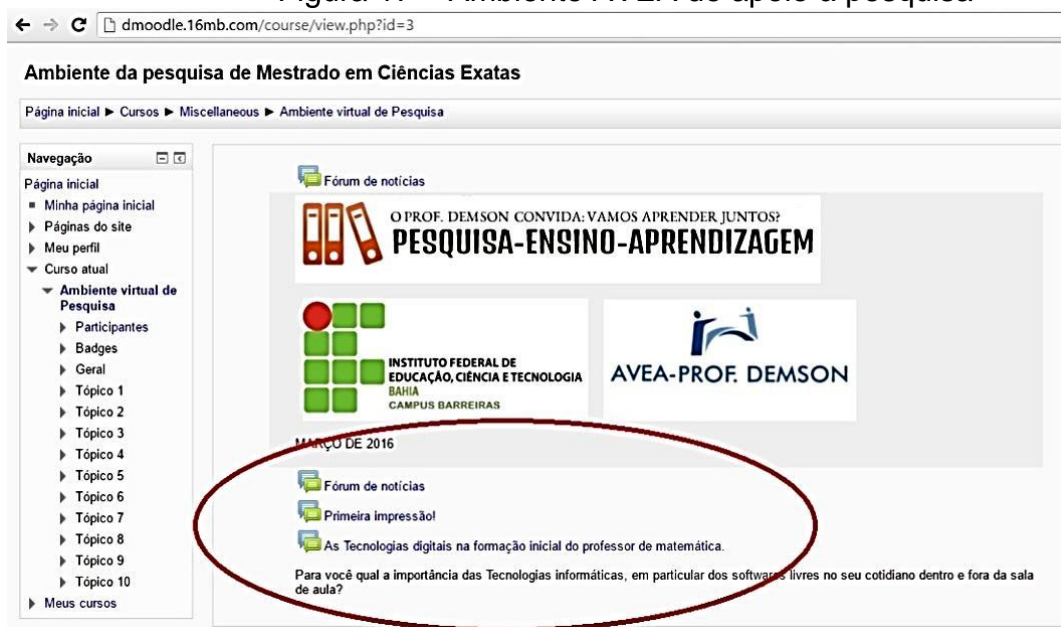
Nesta pesquisa, procurei investigar as influências dos *softwares* livres de matemática *Calc* e *SagMath*, este último relacionado com a nuvem da *internet*, no processo de letramento digital de um grupo de licenciandos em matemática.

Portanto, a ação principal desta investigação foi promover o contato e o acesso direto dos alunos com o mundo digital e, paralelamente, proporcionar, a partir das interações provenientes desse processo, o aperfeiçoamento de seus saberes matemáticos e tecnológicos. Conteí, para isso, com uma infraestrutura

técnica e pedagógica, representada pelos diferentes elementos do processo, tais como, laboratório de informática, suporte de mídias digitais (*e-books*, tutoriais *online* e *off-line*, etc.) disponibilizadas via *Internet* e via Ambientes de Ensino e Aprendizagem Virtual – AVEA, as sequências didáticas e a mediação do professor.

O AVEA desenvolvido por mim, serviu como suporte metodológico, possibilitando as interações entre todos os sujeitos envolvidos na pesquisa. A interface do sistema pode ser visualizada na Figura 17, que apresenta os três primeiros fóruns do ambiente.

Figura 17 – Ambiente AVEA de apoio à pesquisa



Fonte:

Autor, 2017, com base no Moodle.

Pela amplitude da discussão que trata da TDIC na educação, os focos nesta pesquisa foram limitados aos processos desenvolvidos a partir dos *softwares* livres de matemática e ao aperfeiçoamento do letramento digital proporcionado no decorrer das interações dos sujeitos com tais *softwares*. Além disso, também dou atenção especial a suas aceções e discursos.

Nesse contexto, adotei uma abordagem quali-quantitativa, com suporte de procedimentos técnicos que se aproximam de um estudo de caso. Tal abordagem permitiu, pelo aspecto qualitativo, observar, interpretar e analisar as atividades e os argumentos desenvolvidos pelos participantes. A abordagem foi complementada através do aspecto quantitativo, ao levantar características pessoais, saberes

prévios, experiências formativas, bem como, ao avaliar os desempenhos dos alunos e os percentuais de adequabilidade dos *softwares* usados por esses alunos (BATISTA, 2004).

Para Chemin (2015) e Pereira (2004), é relevante combinar dados quantitativos e qualitativos numa mesma investigação, pois dessa forma é possível complementar os pontos fracos de uma com os pontos fortes da outra abordagem.

Apesar dessa junção, devem ser observados alguns aspectos específicos que contribuem para uma visão convergente desta pesquisa. Segundo Bogdan e Biklen (1994) apud Borba e Araújo (2004, p. 24), a pesquisa qualitativa pode ser caracterizada da seguinte forma:

- Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituído o investigador o instrumento principal;
- A investigação qualitativa é descritiva;
- Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que pelos resultados ou produtos;
- Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva;
- O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

Agregando aspectos da pesquisa quantitativa ao contexto caracterizado como qualitativo, Pereira (2004, p. 22) afirma que “a abordagem quantitativa para o estudo de evento qualitativo só deixa de ser alternativa concreta à abordagem qualitativa numa situação específica, bastante rara nos dias de hoje”. Para o autor, não é incomum em pesquisas atuais, que dados quantitativos sirvam como abordagem complementar em estudos de natureza qualitativa e, na maioria dos casos, esses dados podem servir como informações prévias sobre o objeto em estudo ou para reforçar o entendimento das informações mais subjetivas.

Nesse sentido, Bicudo (2004) coloca em questão o significado de quantitativo numa concepção de não oposição ao qualitativo, apoiando-se nas concepções filosóficas de Berkeley. Para a autora:

O quantitativo tem a ver com o objeto passível de ser mensurável. Ele carrega consigo as noções próprias do paradigma positivista, que destaca como pontos importantes para a produção da ciência a razão, a

objetividade, o método, a definição de conceitos, a construção de instrumentos para garantir a objetividade da pesquisa (BICUDO, 2004, p. 105).

Além disso, recorro a Vieira (2009, p. 5-6), que afirma:

A pesquisa qualitativa não é generalizável, mas *exploratória*, no sentido de buscar conhecimento para uma questão sobre a qual as informações disponíveis são, ainda, insuficientes. A pesquisa qualitativa mostra as opiniões, as atitudes e os hábitos de *pequenos grupos*, selecionados de acordo com perfis determinados.

Com relação ao estudo de caso, usado como parâmetro para as aproximações metodológicas apresentadas nessa pesquisa, Severiano (2007, p.121) o define como um “estudo de um caso particular, considerado representativo de um conjunto de casos análogos, por ele significativamente representativo”. Neste contexto, Ponte (2006, p. 2) afirma que um estudo de caso:

[...] visa conhecer uma entidade bem definida como uma pessoa, uma instituição, um curso, uma disciplina, um sistema educativo, uma política ou qualquer outra unidade social. O seu objectivo é compreender em profundidade o “como” e os “porquês” dessa entidade, evidenciando a sua identidade e características próprias, nomeadamente nos aspectos que interessam ao pesquisador. É uma investigação que se assume como particularista, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir a que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de certo fenómeno de interesse.

Segundo Gil (2009 p. 37), o estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”, segundo Fiorentini e Lorenzato (2009), esse tipo de estudo é recomendável para o desenvolvimento de hipóteses, para a confirmação ou reformulação de um problema, bem como é adequado para qualquer sistema delimitado (uma instituição, um programa, uma comunidade, uma associação, uma experiência, um grupo de professores, uma classe de alunos), que apresente algumas características singulares e que faça por merecer uma investigação. De acordo com Yin (2005, p. 32-33), um estudo de caso é:

[...] uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. [...] A investigação de um estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados e, como resultado, baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo, e, como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e análise de dados.

Com relação ao objetivo proposto, caracterizo esta pesquisa como descritiva. Segundo Triviños (1987, apud Chemin, 2015), a maioria dos estudos realizados no campo educacional tem caráter descritivo, pois se deseja conhecer a comunidade, suas características, sua gente, seus problemas, sua preparação para o trabalho, valores, métodos de ensino, etc. e, como tal, exige do pesquisador várias informações.

Nesse contexto, busco descrever características qualitativas observadas nos alunos em seu aspecto formativo e relacionadas com suas práticas de letramento digital (suas atitudes no contexto educacional, experiências anteriores ao processo de intervenção, suas perspectivas enquanto aprendizes e futuros professores de matemática, etc.), bem como aspectos de caráter quantitativo, que foram melhor representados estatisticamente (acesso aos recursos tecnológicos, perfis de idade e gênero, etc.). Diante dos dois aspectos (quanti e quali), visei compreender o problema, aproveitando-me da familiaridade e aproximação com o seu contexto, pelo fato de atuar ao mesmo tempo como investigador do caso e como professor da disciplina investigada (GIL, 2008).

Em paralelo ao processo investigativo, desenvolvi um processo avaliativo com os alunos, de caráter duplo (qualitativo e quantitativo), que ocorreu de forma contínua e processual, e decorrente da participação e finalização dos estudos dos alunos nas etapas do processo de pesquisa. Isso se deve ao fato de os alunos estarem matriculados na disciplina investigada (Informática Aplicada ao Ensino da Matemática), e que exigiu uma pontuação (nota) que compõe as demais pontuações que definiram a média final do semestre.

Nesse sentido, a pesquisa teve início a partir de um encontro de sensibilização, visando contato com os alunos da disciplina Informática Aplicada ao



Ensino da Matemática, e da Licenciatura em Matemática, a partir do quarto semestre do curso. As etapas envolveram sequências didáticas, seminário em grupo, avaliação de *software* educacional e outras atividades próprias da pesquisa, tais como, aplicação de questionários e observação participante, foram desenvolvidas ao longo do processo de intervenção.

Na próxima seção descrevo como foi desenvolvida a pesquisa, que busca discutir a inserção das práticas com uso de *softwares* livres de matemática no contexto pedagógico do curso de Licenciatura em Matemática.

### **3.2 Delineamento da pesquisa**

Inicialmente, o desenvolvimento da pesquisa ocorreu mediante estudos teóricos e reflexões sobre situações e práticas de ensino da matemática mediadas por tecnologias, que culminaram no embasamento teórico e nos demais encaminhamentos adotados nesse estudo. Porém, tais atitudes também ocorreram em outros momentos do desenvolvimento da pesquisa, nesses casos, complementando o levantamento inicial para constituição final desse estudo.

Esse estudo, em particular, teve como fontes: hipertextos da *internet*, artigos, livros, revistas, manuais e tutorias de *softwares*, livros em formato digital disponibilizados de forma livre na *internet*, *e-books*, documentos oficiais que regem a educação nacional e outros documentos institucionais, relacionados com o contexto da pesquisa.

Posteriormente, ocorreu a intervenção pedagógica, em que fiz uso do recurso do seminário como parte das atividades das sequências didáticas, seguido pelas demais ações e métodos empreendidos na pesquisa. Nesses seminários, houveram discussões e reflexões sobre questões relativas ao uso de recursos informáticos, em especial, de *softwares* livres. Todas essas ações foram mediadas por mim, como professor, com apoio das sequências didáticas e do ambiente computacional.

No decorrer da intervenção pedagógica, em alguns momentos ocorreu a coleta de dados, individualmente ou em grupo, e com suporte de recursos

fotográficos para registro do ambiente e dos alunos, que autorizaram tais registros, conforme consta no Apêndice B.

### **3.2.1 Técnicas e instrumentos de coleta de dados**

Nesse sentido, tive como propósito investigar e analisar o fenômeno presente, à luz da metodologia que utilizou métodos próximos de um estudo de caso. Para tal, fiz o levantamento de dados pelos seguintes instrumentos de pesquisa: questionário virtual com questões mistas sobre: o perfil de inclusão digital dos alunos; suas experiências com tecnologias no seu cotidiano e no decorrer do curso de licenciatura em matemática e seus níveis de conhecimento sobre as ferramentas propostas na pesquisa. O referido instrumento foi produzido no ambiente *Google Forms* e disponibilizado via *e-mail* (ver Apêndice C), questionário de conhecimentos prévios dos alunos (ver Apêndice D) que mescla conceitos de informática educativa, *software* livre e conteúdos matemáticos aplicados no *Calc* e *SagaMath*, registros dos diários de bordo e fóruns do AVEA, registros e soluções das sequências didáticas (ver Apêndices E, G, H, J e K), imagens dos ambientes e dos sujeitos, observação participante e questionário de avaliação de prática pedagógica (ver Apêndice M).

Nesse caso, destaco que os questionários assumiram importante papel na coleta de dados dessa pesquisa, nesse sentido, considero tal instrumento como “uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações” (GIL, 2009, p. 121).

Já para Marconi e Lakatos (2010. p. 219) “O questionário é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador.”

### **3.2.2 Caracterização do ambiente**

A instituição onde desenvolvi a pesquisa é o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, campus Barreiras, local em que trabalho desde final de 2013. Tal instituição está localizada no município de Barreiras, situado

ao extremo oeste baiano. É considerada uma região de grande vocação para o desenvolvimento do agronegócio estadual e nacional. O referido município está distante aproximadamente 900 km da capital Salvador, onde está localizada a reitoria da instituição. Outro importante referencial para a cidade de Barreiras é a cidade de Brasília-DF que fica a aproximadamente 600 km de distância, ou seja, está mais próxima do que a capital do Estado.

Segundo Almeida e Sampaio (2009), o IFBA possui uma história que tem início em 1910, a partir da instalação da primeira Escola de Aprendizes Artífices, em Salvador, oferecendo cursos nas áreas de alfaiataria, encadernação, ferraria, marcenaria e sapataria. Posteriormente, em 1926, teve a sua sede inaugurada no Barbalho, e na época passou a oferecer oficinas nas áreas de artes gráficas e decorativas.

No decorrer dos anos, foi se modificando e sendo denominada de forma diferente. Em 1937 recebeu o nome de Liceu Industrial de Salvador; depois, em 1942, passou a ser conhecida por Escola Técnica de Salvador (ETS); em 1965 foi chamada de Escola Técnica Federal da Bahia (ETFBA); e, em 1993, com a fusão entre o CENTEC (Centro de Educação Tecnológica da Bahia) e a ETFBA, passou para Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia (CEFET-BA). Finalmente, em 2008, passou a ser denominado de Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA.

Segundo síntese histórica do IFBA – campus Barreiras<sup>15</sup>, a instituição teve início no município de Barreiras em 15 de outubro de 1993, mas só entrou em efetivo exercício em 09 de setembro de 1994, com a posse dos primeiros servidores aprovados em concurso público na época. O Campus Barreiras iniciou sua caminhada ofertando Cursos Técnicos em Edificações e Eletromecânica. Em 1998 e 1999 foram iniciados os cursos de Turismo e o Ensino Médio, conforme legislação da educação vigente na época.

No período de 1997 a 1999, ofereceu o curso de pós-graduação *lato sensu* com especialização em Metodologia de Ensino em convênio com a Prefeitura Municipal de Barreiras e a Fundação CEFET/Bahia. Também ofereceu

---

<sup>15</sup> Disponível em: <http://www.barreiras.ifba.edu.br/index.php/historia-do-ifba/37-art/depen/108-historico-do-campus-barreiras>

posteriormente curso de pós-graduação *lato sensu* em Proeja. Em 2000 foi disponibilizado para a comunidade barreirense o curso técnico em Enfermagem e, em 2003, o curso técnico em Alimentos e Bebidas. Atualmente continua integrado à rede federal de educação do governo federal e possui diversos Campus espalhados pelo estado, conforme visualizado na Figura 18.

Figura 18 – Localização geográfica dos campi do IFBA no estado da Bahia



Fonte: *Sítio oficial do IFBA*, 2016.

No campus Barreiras são oferecidos os cursos Integrados<sup>16</sup> de Edificações, Alimentos e Informática; cursos subsequentes<sup>17</sup> de Eletrotécnica e Enfermagem; curso de Eletromecânica na modalidade PROEJA. Com relação ao curso de Licenciatura em Matemática:

[...] deu início em 6 de agosto de 2008, aprovado pela resolução nº 13, de 17-11-2004, do Conselho Diretor do CEFET/BA. A implantação da Licenciatura em Matemática no IF-Bahia/Campus - Barreiras foi desejo da comunidade da Região Oeste da Bahia, demonstrado nos resultados de uma pesquisa de demanda realizada em escolas da rede municipal e estadual do município (*sítio oficial do IFBA - campus Barreiras*, 2016).

Com esta breve explanação histórica, verifica-se que a referida instituição vem atuando há 23 anos no ensino público, ofertando cursos técnicos em nível médio e cursos superiores. Atualmente, são ofertados mais dois cursos superiores, o de Engenharia de Alimentos e o de Arquitetura. O estudantes do Instituto são

<sup>16</sup> Curso técnico simultâneo com Ensino Médio.

<sup>17</sup> Curso técnico para alunos que concluíram o Ensino Médio.

provenientes do município e de municípios circunvizinhos. A estrutura física é adequada ao propósito educacional: quatro prédios de dois pisos dedicados a salas de aula amplas e laboratórios, um prédio de mesmo porte para administrativo, pedagógico e assistência social e médica, biblioteca, quadra poliesportiva, piscina semiolímpica, um auditório, uma sala de vídeo e reunião, quatro laboratórios: de informática, de matemática, de eletrotécnico, de tecnologia de alimentos, gráfica, refeitório. Abaixo ilustro imagens de ambientes desta instituição (Figuras 19 e 20).

Figura 19 – Fachada da entrada principal do IFBA – campus Barreiras



Fonte: OesteMania, 2014.

Figura 20 – Acesso inicial e foyer do IFBA – campus Barreiras



Fonte: OesteMania, 2014.

### 3.2.3 Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos que integraram este estudo foram todos os alunos matriculados na disciplina Informática Aplicada ao Ensino da Matemática (8º semestre), no primeiro semestre de 2017 do curso de Licenciatura em Matemática do IFBA, do campus Barreiras.

Nesse contexto, desenvolvi a pesquisa em uma turma composta por 18 alunos, no curso noturno. Na ocasião, lecionava a referida disciplina nesta turma. No

contexto das experiências formativas dos alunos, a maioria já havia cursado grande parte das disciplinas da grade curricular (ver Anexo A), inclusive aquelas que comumente fazem uso de tecnologias em suas ementas, como Informáticas I e II e Cálculo Numérico, entre outras possíveis disciplinas.

Apesar dessas circunstâncias, os alunos não tiveram dificuldade em compreender e refletir criticamente sobre a dimensão apontada como problema da pesquisa e a importância do processo de letramento digital na sua formação acadêmica e profissional. Assim, a partir da interação com esses alunos, no decorrer do desenvolvimento da pesquisa e vendo-os colocar em prática suas atitudes e saberes, pude coletar, via questionários e observações, dados mais precisos sobre eles.

Após ter providenciado o Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino, assinado pela diretora geral do IFBA (ver Apêndice A), autorizando a realização desta pesquisa de mestrado, os alunos também foram convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (ver Apêndice B), para que tivessem ciência dos propósitos da pesquisa e, assim, autorizassem o uso, no estudo desenvolvido, das informações prestadas por eles nos instrumentos de coleta de dados: imagens, registros nos questionários e AVEA, além de outros discursos observados.

### **3.3 Organização da Intervenção / Prática pedagógica**

A pesquisa aqui apresentada foi desenvolvida em cinco momentos distintos: apresentação da pesquisa aos alunos e providências iniciais, questionário para levantamento do perfil dos alunos, questionário para identificação de conhecimentos prévios, intervenção pedagógica e questionário de avaliação, que são apresentados detalhadamente a seguir.

**1º) Apresentação da Pesquisa aos alunos e providências iniciais para o seu desenvolvimento:** No início foi exposto o projeto de pesquisa aos alunos matriculados na disciplina Informática aplicada ao ensino da Matemática, do curso de Licenciatura em Matemática, e estes foram convidados a participar livremente da pesquisa. Nessa oportunidade, explanei sobre os conceitos de letramento

digital, sobre os *softwares* que seriam trabalhados e qual a importância desse tema no processo de formação dos licenciandos, também, expliquei aos alunos como ocorreriam as atividades referentes à pesquisa, e o tempo de duração, que inicialmente estavam previstas para oito semanas de aula, e acabaram se efetivando ao fim de doze semanas.

A partir disso, cada aluno recebeu o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), para a devida leitura e esclarecimento de dúvidas que poderiam surgir. Após a leitura, todos assinaram por se tratarem de maiores de idade, entregando o termo em seguida.

Nessa etapa, foram fornecidos pelos alunos, os respectivos *e-mails* pessoais, que serviram para enviar o questionário inicial, bem como, para efetivar o cadastramento dos mesmos no AVEA, que serviu de apoio metodológico para a pesquisa. Nesse ambiente, eles puderam conhecer e fazer uso de ferramentas virtuais de interação e comunicação, que possibilitou o compartilhamento de informações entre eles próprios e com o professor pesquisador.

**2º) Questionário inicial (Apêndice C):** Segundo Gil (2002, p. 114), “questionário é um conjunto de questões que são respondidas por escrito pelo pesquisado”. Uma de suas vantagens, segundo esse autor, é o fato de poder ser aplicado aos mais diversos segmentos da população, possibilitando a obtenção de dados com maior facilidade de tabulação e quantificação. Como precaução, o autor ainda destaca:

Tão logo o questionário, ou o formulário, ou o roteiro da entrevista estejam redigidos, passa-se a seu pré-teste. Muitos pesquisadores descuidam dessa tarefa, mas somente a partir daí é que tais instrumentos estarão validados para o levantamento (Ibid., p. 119).

No caso desta pesquisa, seguindo a recomendação de Gil (2012), o questionário inicial e o questionário de avaliação de prática pedagógica foram testados anteriormente, mediante aplicação com alguns alunos que não faziam parte do processo investigativo, visando ajustar suas informações a níveis mais confiáveis e compreensíveis.

Portanto, com relação ao questionário inicial, considero que o mesmo foi profícuo na realização do levantamento do perfil dos alunos do curso investigado, averiguando informações quanto ao acesso a tecnologias e os locais de acesso,

além dos seus conhecimento e experiências com *softwares* matemáticos e *softwares* livres de matemática. Os demais questionários (de conhecimentos prévios e de avaliação de *software*) também foram aplicados de forma eficiente, e suas características avaliativas possibilitaram obter dados confiáveis e úteis aos objetivos da pesquisa.

**3º) Questionário para identificação de conhecimentos prévios(Apêndice D):** O referido questionário, que funcionou como um pré-teste dos saberes dos alunos, norteou as ações no âmbito da pesquisa, pois proporcionou averiguar alguns conhecimentos técnico-matemáticos e pedagógicos dos alunos referentes ao uso de tecnologias informáticas e *softwares* livres de matemática, relacionados com as atividades didáticas propostas neste, no decorrer da intervenção pedagógica.

Neste questionário, os alunos pesquisados receberam questões abordando situações e questionamentos pertinentes aos contextos pedagógico, matemático e tecnológico, do uso de *softwares* educacionais para o ensino da matemática. A partir dessas questões pude verificar o nível de conhecimento dos alunos, para melhor adequar as estratégias de interação e ensino que implementei durante as semanas da investigação.

Os conhecimentos relacionados no questionário foram: aspectos pedagógicos do uso de tecnologia, aspectos técnicos da informática básica, conhecimentos sobre *softwares* livres e *softwares* de matemática, aspectos matemáticos e simbólicos da planilha eletrônica *Calc* e do *software SageMath* de computação algébrica.

**4º) Atividades de intervenção pedagógica (ver Apêndices E, F, G, H, I, J, K, e L):** Nesta etapa, que engloba as atividades anteriores, os alunos desenvolveram determinadas sequências didáticas (numeradas de 1 a 5), com apoio dos guias introdutórios do *Calc* e do *SageMath* e do questionário de avaliação de *software* de matemática. Tais atividades visaram aperfeiçoar, nos alunos, seu processo de letramento digital e suas habilidades pedagógicas e matemáticas, a partir da interação com os *softwares* propostos para o desenvolvimento das sequências didáticas, bem como da reflexão gerada sobre o tema da pesquisa.

Nesse contexto, além de aprimorarem conhecimentos tecnológicos ao vivenciarem as atividades computacionais (manipulando e avaliando os *softwares*),



os alunos também adquiriram conhecimentos relacionados com conceitos matemáticos e da matemática simbólica como, por exemplo, operações aritméticas e algébricas, gráficos, raízes e tipos de equações de reta e tratamento da informação.

Ressalto que, os conteúdos matemáticos ou estatísticos, relacionados ao desenvolvimento dessas sequências didáticas, serviram como mediadores entre a teoria e sua aplicação no âmbito computacional. Entretanto, seria possível considerar, que qualquer outro conteúdo poderia ter sido escolhido. Portanto, apesar do principal objetivo da pesquisa ser o favorecimento do letramento digital e a formação técnico-pedagógica para uso eficiente dos *softwares* livres de matemática, também foi necessário contextualizar tais situações a partir dos conteúdos sugeridos.

Desta forma, as propostas de atividades e os seus conteúdos podem ser usados como referência para outras experiências pedagógicas, envolvendo novos conteúdos, em diferentes níveis educacionais de interesse dos sujeitos pesquisados. Nesse sentido, Moran, Masetto e Behrens (2015, p. 11) chamam a atenção para o seguinte aspecto:

O avanço do mundo digital traz inúmeras possibilidades, ao mesmo tempo em que deixa perplexas as instituições sobre o que manter, o que alterar, o que adotar. Não há respostas simples. É possível ensinar e aprender de muitas formas, inclusive de forma convencional [...] Não são os recursos que definem a aprendizagem, são as pessoas, o projeto pedagógico, as interações, a gestão. Mas não há dúvida de que o mundo digital afeta todos os setores, as formas de produzir, de vender, de comunicar-se e de aprender (MORAN, MASETTO E BEHRENS, 2015, p. 11).

Como parte das atividades propostas nas sequências didáticas, utilizei a estratégia do “seminário”, que serviu para promover uma dimensão coletiva e colaborativa no desenvolvimento da pesquisa, em especial, no desenvolvimento da sequência didática um, que foi desenvolvida em grupo.

Todavia, no decorrer do processo de intervenção, os alunos foram estimulados a interagir durante desenvolvimento das sequências didáticas, quando acharem conveniente, em duplas ou trios, que era a configuração típica das mesas de trabalho no laboratório, porém, sem interferir na autonomia de suas resoluções individuais.

Os alunos tiveram oportunidade de desenvolver seus processos avaliativos, de forma reflexiva e participativa, de modo que pudessem postar suas percepções nos diários de bordo e discutir sobre questões pertinentes nos fóruns do AVEA. Com esse sentido, em grupo ou individualmente, eles também apresentaram e compartilharam as soluções e resultados alcançados nessas atividades.

A seguir, apresento as ações que foram desenvolvidas em função da intervenção da pesquisa. O Quadro 4 apresenta os objetivos e as ações desenvolvidas em função deles.

Quadro 4 – Ações desenvolvidas com os discentes

Objetivos	Ações
Identificar os conhecimentos prévios do grupo de alunos do curso de Licenciatura em Matemática quanto ao uso de <i>softwares</i> livres de matemática e letramento digital.	<p>Aplicação de Questionário virtual enviado aos alunos por <i>e-mail</i>, com perguntas sobre uso de tecnologias e <i>softwares</i> livres em seu cotidiano acadêmico e particular (ver Apêndice C). Este foi enviado aos alunos matriculados na disciplina alvo da pesquisa, no curso de Licenciatura em Matemática.</p> <p>Aplicação do questionário de conhecimentos prévios com alunos da turma pesquisada (ver Apêndice D). Com esses dados foi realizada a análise quantitativa do perfil dos alunos, bem como, foram feitas estatísticas sobre seus desempenhos no questionário dos conhecimentos prévios dos alunos.</p>
Desenvolver e explorar conceitos matemáticos e linguagem simbólica em ambiente computacional a partir dos <i>softwares</i> livres <i>SageMath</i> e <i>Calc</i> .	<p>Auxílio aos alunos na instalação e configuração dos <i>softwares</i> a serem utilizados.</p> <p>Exploração das sequências didáticas individuais envolvendo conceitos matemáticos e a matemática simbólica, para desenvolvimento de aprendizagens matemáticas e aprimoramento do letramento digital (ver Apêndices G, H, J e K ).</p> <p>Mediação dos alunos, auxiliando os mesmos a encontrar suas próprias respostas e fazendo-os refletir sobre as representações e soluções encontradas, visando o desenvolvimento da autonomia nas atividades.</p> <p>Realização de observação participante nas aulas da disciplina de Informática Aplicada ao ensino da Matemática, ministradas no laboratório de informática.</p> <p>Registro do desenvolvimento das atividades com uso dos <i>softwares</i> livres, por meio de fotos.</p> <p>Estes dados foram analisados de forma qualitativa.</p>
Propiciar o letramento digital dos alunos a partir do reconhecimento dos aspectos didáticos e pedagógicos da inclusão das tecnologias	<p>Mediação das interações dos alunos no ambiente virtual de aprendizagem.</p> <p>Estímulo à participação dos alunos nos fóruns, diários de bordo e postagens dos arquivos com as soluções das sequências didáticas.</p>

digitais.	<p>Desenvolvimento das sequências didáticas (ver Apêndices E, G, H, J e K ).</p> <p>Discussões semanais sobre o desenvolvimento das atividades, avaliando suas contribuições ou limitações e adaptando-as quando necessário, para melhor aproveitamento nos processos de ensino e de aprendizagem dos conteúdos propostos.</p> <p>Análise qualitativa dos dados coletados nas sequências e no ambiente virtual da pesquisa.</p>
Identificar as limitações e potencialidades dos <i>softwares</i> livres de matemática <i>SageMath</i> e <i>Calc</i> nos processos de letramento digital e aquisição de conhecimentos matemáticos.	<p>Aplicação do formulário de avaliação dos <i>softwares Calc</i> e <i>Sage</i> aos discentes. Com esse questionário, verifiquei as implicações (facilidades, dificuldades, usabilidade, avaliação do uso desse recurso) no processo de ensino e aprendizagem (ver Apêndice L).</p> <p>Comparação do desempenho dos alunos a partir do pré-teste, com algumas sequências didáticas correlacionadas.</p> <p>Análise qualitativa das resoluções nas sequências didáticas e quantitativa da avaliação do <i>software</i>.</p>
Avaliar a intervenção pedagógica desenvolvida na disciplina Informática Aplicada ao ensino da Matemática, associada ao contexto da pesquisa.	<p>Aplicação do questionário de avaliação de prática pedagógica aos alunos, com a finalidade de verificar o grau de satisfação destes no desenvolvimento dos processos de letramento digital que envolveu os <i>softwares</i> livres propostos na intervenção pedagógica (ver Apêndice M).</p> <p>Análise qualitativa.</p>

Fonte: Autor, 2017.

Já no Quadro 5, especifico as atividades da intervenção pedagógica, seguindo a ordem em que os encontros foram acontecendo.

Quadro 5 – Síntese das atividades de intervenção desenvolvidas

Atividade Desenvolvida	Período de realização e carga horária	Como foi desenvolvido
1º encontro: Contato inicial com os alunos pesquisados	26 de julho de 2017 (2 horas)	Exposição oral reflexiva do professor pesquisador sobre temas principais da pesquisa, finalizando com a assinatura do termo de consentimento livre esclarecido pelos alunos do curso e recolhimento dos e-mails dos alunos para envio do questionário inicial (respondido de forma virtual no <i>Google Forms</i> ).

2º encontro: Início das atividades e levantamento prévio de saberes dos alunos	9 de agosto de 2017 (3 horas)	Acesso inicial dos alunos ao ambiente do AVEA (Moodle) da pesquisa para visualizar e manipular as principais ferramentas disponibilizadas no Moodle e levantamento prévio dos saberes pedagógicos e técnicos dos alunos com relação a tecnologias educacionais e <i>software</i> livre de matemática e <i>softwares</i> propostos na pesquisa .
3º encontro: desenvolvimento da sequência didática 1	16 de agosto de 2017 (3 horas)	Leitura virtual ou impressa dos artigos postados no espaço compartilhando saberes por parte dos alunos, com posterior postagem no fórum e diário de bordo da sequência didática 1, além, da organização dos seminários em grupo, a partir dos textos sugeridos.
4º e 5º encontros: desenvolvimento da sequência didática 2.	23 e 30 de agosto de 2017 ( 6 horas)	Continuação da apresentação dos seminários. Em seguida foram simuladas ou instalados o software <i>Calc</i> a partir do link do ambiente AVEA. Também puderam navegar pelo repositório de LIBREOFFICE.ORG para baixar e instalar o Pacote Office que contém o <i>Calc</i> , e posterior desenvolvimento da sequência didática 2 com medidas de posição, medidas separatrizes e medidas de dispersão. Além disso, os alunos realizaram postagem no fórum e diário de bordo da sequência didática 2.

6 <sup>o</sup> e 7 <sup>o</sup> encontros: desenvolvimento da sequência didática 3 e avaliação do software <i>Calc</i>	06 e 13 de setembro de 2017 (6 horas)	Exposição pelo professor pesquisador do tutorial do <i>Calc</i> para melhor assimilação dos alunos. Elaboração pelos alunos da planilha de orçamento doméstico e avaliação do software <i>Calc</i> a partir do questionário de avaliação de software matemático. Além disso, os alunos realizaram postagem no fórum e diário de bordo da sequência didática 3.
8 <sup>o</sup> e 9 <sup>o</sup> encontros: desenvolvimento da sequência didática 4	20 e 27 de setembro de 2017 (6 horas)	Apresentação e exposição pelo professor pesquisador do tutorial do SageMath e de sua interface na plataforma Cocalc, demonstrando como ter acesso mesmo ou realizar seu download, além, promover ao alunos a visualização dos comandos básicos do referido sistema. Desenvolvimento da sequência didática 4 com tratamento da informação e preenchimento dos respectivos diário de bordo e fórum no ambiente virtual.
10 <sup>o</sup> e 11 <sup>o</sup> encontros: desenvolvimento da sequência didática 5 e avaliação do SageMath	04 e 11 de outubro de 2017 (6 horas)	Exposição do SageMath, visualizando seus comandos para cálculos simbólicos matemáticos e desenvolvimento da sequência didática 5 com equação da reta, além de avaliar o software Sage a partir do questionário de avaliação de software matemático. Os alunos também realizaram postagem no fórum e diário de bordo da respectiva atividade.
12 <sup>o</sup> encontro: avaliação da intervenção pedagógica	18 de outubro de 2017 (2 horas)	Aplicação do questionário de avaliação da prática pedagógica que avaliou aspectos relacionados com a intervenção pedagógica, em

		consonância com os objetivos da pesquisa.
--	--	---

Fonte : Autor, 2017.

Complementado o Quadro 5, apresento a seguir, um detalhamento de cada momento desses encontros de intervenção, visando facilitar a compreensão dos processos envolvidos.

No primeiro encontro, realizei inicialmente uma exposição oral reflexiva sobre tecnologias no ensino da matemática e sua importância no processo de letramento digital, estabelecendo uma relação destes, com a formação inicial do professor e sua prática profissional, bem como o exercício pleno da cidadania, nessa sociedade da informação (TAKASE, 2007). Também, foi necessário definir conceitualmente o termo letramento digital considerado na pesquisa, evitando assim, relacioná-lo com aspectos puramente linguísticos. Em seguida, apresentei os pontos principais do projeto de pesquisa (problema, objetivos e metodologia). Finalizei este momento com a assinatura do termo de consentimento livre esclarecido (TCLE) pelos alunos, após ter detalhado seus direitos e responsabilidades descritos nesse documento.

No momento final do primeiro encontro, solicitei que os alunos informassem por escrito seus e-mails, pois, através deles puderam participar da primeira etapa de levantamento de dados, a partir do preenchimento do questionário inicial, que foi produzido virtualmente no *Google Forms* e respondido por todos os alunos no decorrer semana inicial da intervenção.

Já no segundo encontro, aproveitei para cadastrar os alunos no ambiente virtual de ensino e aprendizagem (AVEA), produzido por mim no Moodle, e que serviu como apoio metodológico da pesquisa. Ao final desse processo, apresentei a página principal do referido ambiente, que foi acessado no endereço eletrônico “dmoodle.16mb.com”. Após acesso inicial, previsto na sequência didática um, possibilitei aos alunos, se familiarizar com o ambiente, permitindo que eles visualizassem e manipulassem as ferramentas disponibilizadas nele (fóruns, diários de bordo e pastas de tarefas, etc.). Para finalizar sua participação inicial, solicitei que eles deixassem por escrito suas primeiras impressões no fórum denominado “primeiras impressões”.

Ainda no segundo encontro, realizei um levantamento prévio dos saberes dos alunos, aplicando um questionário denominado de “questionário de conhecimentos prévios”, que abordou os seguintes conteúdos: tecnologia educacional, *softwares* livres de matemática, comandos da planilha eletrônica *Calc* e comandos do sistema algébrico *SageMath*. O intuito desse levantamento foi verificar quantitativamente o nível de conhecimento dos alunos sobre esses conteúdos. Tal verificação, possibilitou adequar minhas exposições sobre estes conteúdos, no decorrer do desenvolvimento das sequências didáticas propostas.

No terceiro encontro, ao dar prosseguimento na sequência didática um, orientei os alunos para acessar o AVEA, informando-os que a atividade proposta seria desenvolvida em grupos de quatro a cinco alunos, e direcionando-os ao *site* onde os textos dos artigos escolhidos para o seminários estavam disponíveis, lá efetivaram a leitura virtual, e que também foi disponibilizada uma unidade impressa para o grupo. Estes artigos tratavam de temas relacionados ao da pesquisa.

Nessa ocasião os grupos iniciaram suas leituras e deram início a produção dos mapas mentais solicitados. Para melhor compreensão, defini o que seria um mapa mental e mostrei alguns exemplos de mapas com temáticas diferentes daquelas solicitadas na atividade. Para produzir tais representações, sugeri alguns programas (Prezi, Cmaptools, Office Publish, etc.) que foram alvo de investigação extra dos grupos. A escolha e as etapas produção destes mapas, não foram parte direta da sequência didática, o que permitiu que eles tivessem autonomia nesse processo.

Nesse encontro, não foi possível iniciar as apresentações, pois o tempo não foi suficiente. Porém, ficou acertado com os grupos que as apresentações seriam na semana seguinte. Entretanto, os mapas mentais, que representava a síntese da discussão do grupo, deveria ser postado no AVEA antes da apresentação, juntamente com as opiniões e reflexões, que foram postadas nos fórum e diário de bordo da sequência didática um.

No quarto encontro, dei continuidade as apresentações dos seminários, onde cada grupo teve em torno de 15 minutos para apresentar sua síntese oral e o mapa mental. Em seguida, com base na sequência didática dois, cada aluno acessou o *link*, que permitiu navegar pelo repositório do LibreOffice.org, e assim, realizar o

*download* do Pacote de programas que contém o Cal. Após a finalização do *dowload*, os alunos puderam simular a instalação nos computadores do laboratório, clicando no arquivo executável de instalação e interrompendo apenas na etapa final ou instalar de forma definitiva nos seus próprios *notebooks*.

Nesse quarto momento, os alunos deram início a coleta dos dados no hipertexto, relativos aos dados do “recensimento dos Israelitas”, presente no texto bíblico do livro de “Números”. Tais dados foram obtidos na página da internet “<http://www.bibliaonline.com.br>”, e foram trabalhados estatisticamente no encontro posterior. Nesse início, os dados foram apenas digitados na planilha eletrônica e salvos em arquivo do computador, nos formatos “csv” e “xls”.

No quinto encontro, realizei algumas explicações teóricas e alguns exemplos práticos sobre algumas funções do Calc. Para tal, tomei como base o tutorial oficial desse programa, disponibilizado pela LibrOffice.org e acessível pelo AVEA da pesquisa. Com isso, ao seguirem minhas orientações e as instruções da própria sequência didática dois, os alunos iniciaram o desenvolvimento das atividades envolvendo medidas de posição, medidas separatrizes e medidas de dispersão. Seus trabalhos se concentraram nas informações da planilha relativa ao “recenseamento dos Israelitas”. Para efetivar os cálculos na planilha, foi exigido que as fórmulas estatísticas fossem escritas pelos próprios alunos de forma manual, utilizando os operadores (+, -, /, \*, ^) e montando adequadamente as expressões algébricas para reconhecimento do programa.

Somente ao final desses cálculos iniciais no quinto momento, é que foram utilizados os recursos automáticos do *Calc*, a partir dos menus e ícones específicos. Tais manipulações, não trouxeram grandes dificuldades para os alunos, pois alguns, já tinham algum conhecimento com a planilha eletrônica Excel, que possui operações similares e dispõe de funções com a mesma estrutura de funcionamento. Após realizarem essa sequência didática, os alunos foram orientados a postar o arquivo com as soluções encontradas no AVEA, e também, interagirem no fórum e no diário de bordo da atividade.

No sexto encontro, continuei expondo alguns comandos e funções do tutorial do *Calc*, para uma melhor assimilação dos alunos na elaboração da planilha de orçamento doméstico. Após essa exposição, os alunos seguiram as orientações



descritas na sequência didática três, na qual, puderam adaptar os itens das despesas e receitas da planilha, às suas realidades familiares ou pessoais. Apesar da inexperiência dos alunos em produzir planilhas funcionais como essa, eles executaram a tarefa sem dificuldades, pois, seguiram as orientações da própria sequência didática e tiveram atenção aos conceitos financeiros e aritméticos envolvidos. Nesse caso, o principal aspecto da atividade foi a organização das despesas e receitas nas planilhas e a transposição das informações de uma planilha para outra, no mesmo trabalho, tornando assim o processo dinâmico e ágil.

No sétimo encontro, os alunos socializaram suas planilhas e efetivaram as postagens das mesmas na pasta de tarefas do ambiente virtual. Em seguida, sob minha mediação, fizeram a avaliação do software *Calc*, utilizando como parâmetros, os itens abordados no questionário de avaliação de software matemático, adaptado do questionário proposto por Batista (2004). Além disso, Indiquei que eles participassem da discussão proposta no fórum da sequência didática três, e que também registrassem suas impressões e opiniões, sobre o desenvolvimento da atividade, no respectivo diário de bordo.

No oitavo encontro, apresentei aos alunos a plataforma COCALC, onde o *SageMath* está disponível para acesso. Para ter acesso ao sistema algébrico *online*, eles efetivaram o devido cadastro, utilizando *e-mail*, definindo usuário e senha, ou mesmo, utilizando o as informações das redes sociais aos quais estivessem vinculados, como por exemplo, google, facebook ou twitter. Além disso, também demonstrei no *site* [www.sagemath.org](http://www.sagemath.org), como realizar o *download* da versão *offline*, caso fosse necessário.

Nessa ocasião, utilizei o tutorial do *SageMath* (disponibilizado no AVEA) para expor alguns comandos e funções, que foram úteis ao desenvolvimento das tarefas. A partir daí, os alunos visualizaram e experimentaram os comandos básicos por conta própria e orientados pelas instruções da própria sequência didática, que tomou como base a linguagem R. Nesse contexto, executaram os comandos exemplificados, sempre precedendo sua escrita com o símbolo `%r`, indicando ao programa qual linguagem seria utilizada para efetivar os cálculos.

No nono encontro, sob minha mediação e seguindo instruções da sequência didática quatro, os alunos deram início ao desenvolvimento das atividades, que

envolveram tratamento da informação (medidas de posição, separatrizes e dispersão, tabelas e gráficos) com base dos dados do “recenseamento dos Israelitas”, que havia sido salvo anteriormente na planilha eletrônica *Calc*. Ao Utilizarem os comandos em linguagem R, os alunos puderam converter e ler os dados dessa planilha no sistema algébrico *SageMath*. Isso possibilitou que eles desenvolvessem as estatísticas solicitadas na atividade, que também, tomou como base, diversos exemplos propostos no decorrer das questões da sequência didática.

Nesse encontro, também houve atenção para o desenvolvimento dos gráficos de barra e setores, representados a partir dos dados salvos no sistema algébrico, e que estavam relacionados “recenciamento dos israelitas” e outros exemplos hipotéticos que apareceram no decorrer da sequência didática. Nesses casos, a linguagem simbólica foi bem menos intuitiva que os comandos do *Calc*, e exigiram maior atenção com as estruturas dos comandos digitados. Ao final desse encontro, os alunos foram solicitados a postarem suas soluções na devida pasta do AVEA, bem como, registrar suas opiniões, reflexões e discussões nos respectivos instrumentos virtuais, o diário de bordo e fórum.

No décimo encontro, continuei com algumas exposições dos comandos e sintaxes necessárias ao desenvolvimento da sequência didática cinco, pois, a estruturação desses comandos na área de trabalho do *SageMath*, havia sido a principal dificuldade dos alunos no desenvolvimento da atividade anterior. Concluída essa introdução, os alunos puderam iniciar a aplicação das sintaxes em linguagem sage, para efetivar os cálculos simbólicos matemáticos pertinentes. Tais atividades e seus respectivos cálculos envolveram questões relacionadas com a equação da reta, e por alguns momentos os alunos tiveram que efetuar cálculos manualmente, visando simplificar suas interações e escritas no sistema.

Nessa etapa, os alunos tiveram dificuldade em solucionar de forma efetiva as questões, pois os comandos foram menos intuitivos e exigiram maior conhecimento sobre a lógica de programação envolvida. Ao término da atividade, solicitei que os arquivos gerados nas soluções das questões fossem postados no AVEA, onde também, realizaram a postagem das reflexões, opiniões e discussões no diário de bordo e fórum da respectiva atividade.

Ao final dessa etapa, já no décimo primeiro encontro, os alunos concluíram seus desenvolvimentos na sequência didática cinco e deram início ao processo de avaliação do *software SageMath*, utilizando para isso, o mesmo questionário de avaliação aplicado anteriormente com o *Calc*.

No último encontro, o de número doze, os alunos puderam avaliar a intervenção pedagógica desenvolvida na pesquisa. Para isso, foi respondido por eles, de forma individual, o questionário de avaliação da prática pedagógica, onde puderam expressar suas opiniões e perspectivas. As perguntas desse instrumento de coleta de dados foram abertas e estavam em consonância com os objetivos da pesquisa. S

Ainda nesse momento, agradei o empenho e dedicação dos alunos no processo de intervenção da pesquisa, e também, dialogamos sobre a importância dos resultados que estavam por vir, para o aperfeiçoamento da qualidade do processo de formação dos professores no curso de licenciatura em matemática da instituição, bem como a responsabilidade desses futuros professores ou dos que já atuavam, na luta por incluir digitalmente e socialmente seus futuros ou atuais alunos, em especial aqueles das escolas públicas.

**5º) Questionário de avaliação da intervenção pedagógica (Apêndice M):** Essa etapa ocorreu ao final das atividades de intervenção no laboratório de informática, nesse momento, os alunos se reuniram com professor pesquisador em sala de aula, para um momento de reflexão e escrita no questionário de avaliação. A partir desse instrumento, observei registros das opiniões dos alunos com relação às atividades e ações desenvolvidas, em especial, relacionadas ao uso dos *softwares* livres de matemática, *Calc* e *SageMath*, no ensino da matemática. Por meio desse instrumento, também pude observar registros das contribuições e motivações para a aprendizagem matemática. Além disso, procurei verificar suas percepções sobre a contribuição dessa intervenção em seus letramentos digitais, possíveis de serem alcançados nesse curto período de tempo, as influências dos conceitos abordados, discutidos e construídos durante o processo, bem como sobre as interações entre os próprios sujeitos e entre sujeitos e os recursos virtuais ou computacionais.

### 3.4 Aspectos Éticos

Este projeto foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA). Nesse sentido, considero de fundamental importância que os procedimentos seguidos neste projeto sigam os padrões éticos indicados por esse comitê, segundo recomendações da Resolução CNS nº 466 / 2012 - Ética em Pesquisa com seres humanos<sup>18</sup>. Portanto, com base nessa resolução e nas concepções sobre ética de Godim (2003), foram levados em consideração os valores de justiça, equidade, autonomia, beneficência, não maleficência, relacionados com os princípios éticos da pesquisa científica.

Com relação aos princípios de justiça e equidade, considero que todos os participantes foram tratados com igualdade de condição, por entender esse conceito como uma expressão da justiça distributiva, que representa uma distribuição justa, equitativa e apropriada socialmente, seguindo normas que estruturam princípios de cooperação. Tal aspecto esteve presente sempre que algum dos sujeitos, em função de particularidades, recebeu benefícios ou encargos correspondentes.

Com relação aos princípios de beneficência e de não maleficência, o primeiro diz respeito ao ato de fazer o bem aos outros, independentemente do desejo pessoal. Acredito que fazer o bem é princípio universal dentro das relações humanas. Já o segundo propõe a obrigação de não cometer dano intencional. Dessa forma, não foi contrariado o princípio inicial, considerando que o sujeito que evita o dano intencional, acaba por beneficiar o outro sujeito envolvido no processo.

No quesito autonomia, os alunos participantes tiveram a garantia de plena liberdade, podendo, em qualquer fase da pesquisa, recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, sem penalização alguma. Além disso, foi garantido aos investigados o direito de agir com base em seus desejos e planos, sem serem influenciados por terceiros, porém, preservando a integridade física e moral de todos os participantes da pesquisa.

---

<sup>18</sup> Disponível em [https://ead.ifba.edu.br/file.php/178/RESOLUCAO\\_N\\_466\\_DE\\_12\\_DE\\_DEZEMBRO\\_DE\\_2012.pdf](https://ead.ifba.edu.br/file.php/178/RESOLUCAO_N_466_DE_12_DE_DEZEMBRO_DE_2012.pdf)

### 3.4 Análises de Dados

A análise dos dados desta investigação levou em consideração a natureza dos dados e de seus instrumentos de coleta, no contexto da técnica de Estudo de Caso. Como tal, não esteve limitada exclusivamente ao uso de dados qualitativos, pois considera que dados quantitativos são relevantes.

Nesse sentido, optei por complementar as análises qualitativas apresentadas com algumas estatísticas descritivas e dedutivas, porém, sem exceder as restrições da pesquisa quantitativa que utiliza em seus métodos estatísticos (KEMMIS; WILKINSON, 2008). Os métodos estatísticos aplicados neste caso se subdividem em duas abordagens da Estatística (descritiva e dedutiva) e são considerados neste estudo como objetos auxiliares de interpretação dos aspectos qualitativos da pesquisa.

A abordagem estatística inicial, de natureza descritiva, teve como base teórica Martins G. (2008). Os princípios de tal teoria foram aplicados sobre os dados originados no questionário inicial (ver Apêndice C) e no questionário de avaliação de *software* (Apêndice L). Isso permitiu expressar os dados numericamente, a partir de proporções (percentuais), e graficamente, a partir de gráficos de setores ou de barras. Nesse contexto, foram ainda acrescentadas representações estatísticas, como médias, medianas, desvio padrão, entre outras medidas de posição e dispersão, com base nos dados originados no questionário de conhecimentos prévios e nas sequências didáticas 2, 4 e 5 (ver Apêndices D, G, J e K), que foram avaliados numericamente com pontuação entre 0 a 10.

Já numa segunda abordagem, em função da natureza avaliativa dos diferentes instrumentos (sequências didáticas e questionário de conhecimentos prévios), desenvolvidos em diferentes fases do processo de intervenção, apliquei um teste não paramétrico, denominado Teste de Friedman. Este foi testado com 5% de significância e sem as restrições de testes paramétricos para comparar se houve diferenças significativas nos desenvolvimentos dos diferentes instrumentos avaliativos. Nesse sentido, fui avaliando hipoteticamente se houve avanços nesses números considerando os diferentes instrumentos, e isso significou fazer um

comparativo do aproveitamento entre uma e outra atividade decorrida do processo (DOWNING; CLARK, 2012; POHLERT, 2016 ).

Nesse sentido, os dados quantitativos puderam ajudar no entendimento de informações provenientes dos questionários, mesmo quando se propuseram a converter as opiniões dos participantes em dados numéricos, sem com isso desconsiderar as argumentações dos seus participantes (Ibid., 2008, p. 62). Nesse contexto, Thiollent (2011, p. 44) coloca que: “[...] a ênfase dada aos procedimentos argumentativos não exclui os procedimentos quantitativos. Estes são necessários para o ‘balizamento’ dos problemas e soluções”.

A análise e discussão de resultados que desenvolvo no próximo capítulo foram fundamentadas pelas duas concepções que apresentei anteriormente, a primeira baseada na análise textual discursiva defendida por Moraes e Galiuzzi (2011, p. 45), que “pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de novos significados em relação a determinados objetos de estudo”. A segunda, baseada nas análises estatísticas (descritivas e dedutivas) dos dados quantitativos.

Nesse último caso, foquei em análises produzidas a partir do próprio *CALC* e do *R-Project* (tabulação e processamento). Tais *softwares* livres são reconhecidos mundialmente, e o *R-Project*, em particular, por sua eficiência ao lidar com rotinas de programação específicas para área estatística (LOURA; MARTINS, 2009; ITANO et al. 2010, POHLERT, 2016).

Com relação à análise textual discursiva, esta foi organizada considerando quatro focos. Os três primeiros formam um ciclo de análise com os seguintes aspectos: 1<sup>o</sup> desmontagem dos textos: busca dar significado unitário às leituras realizadas, considerando também a diversidade de significados construídos a partir de um mesmo texto; 2<sup>o</sup> estabelecimento de relações entre as unidades estabelecidas, ao qual se denomina categorização; 3<sup>o</sup> captação do novo emergente: consiste na escrita de metatextos analíticos sobre as categorias a “priori”, que emergiram antes da efetivação da pesquisa; e 4<sup>o</sup> auto-organização: foco no qual emergem novas categorias a “posteriori”, no decorrer do processo investigativo.

Todos os focos, juntos, possibilitam novas compreensões do fenômeno em questão (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Seguindo os princípios descritos por Moraes e Galiuzzi (2011), os dados obtidos fomentaram a criação de categorias denominadas “emergentes”. Assim, estabeleci categorias a partir desses dados emergentes, e com base nas categorias “*a priori*” instituídas no início da pesquisa, e dos dados definidos após o encerramento do processo, chamados *posteriori* “*a*”. Com relação às categorias iniciais, elas são: “experiências dos alunos com tecnologias de *software* livre”, “dificuldades encontradas no decorrer da intervenção”, “aprendizagens com uso de *softwares* livres de matemática” e “evolução do processo de letramento digital”. No entanto, os resultados obtidos indicaram a emergência de outra categoria: “o que os números dizem”.

No quadro a seguir, apresento as categorias estabelecidas, na mesma ordem em que aparecem no próximo capítulo, juntamente com as fontes dos dados que foram relacionadas com as categorias de análise:

Quadro 6 – Categorias e dados usados para consulta

<b>Categorias</b>	<b>Dados consultados</b>
O que os números dizem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questões de um ao treze do Questionário inicial (ver Apêndice C);</li> <li>• Análise dos percentuais de adequabilidade dos <i>softwares</i> no Questionário de Avaliação de <i>software</i> (ver Apêndice L).</li> <li>• Questionário de conhecimentos prévios ou pré-teste ( ver Apêndices D);</li> <li>• Diário virtual do pesquisador;</li> <li>• Diário e fóruns dos alunos no AVEA;</li> <li>• Registro fotográfico.</li> </ul>
Experiências dos alunos com tecnologias de <i>software</i> livre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questão sete do Questionário inicial (ver Apêndice C);</li> <li>• Questões de dez a quatorze do Questionário inicial (ver Apêndice C);</li> <li>• Diário virtual do pesquisador;</li> <li>• Diário e fóruns dos alunos no AVEA.</li> </ul>
Dificuldades encontradas no decorrer da Intervenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registros escritos das sequências didáticas;</li> <li>• Diário virtual do pesquisador;</li> <li>• Diário e fóruns dos alunos no AVEA..</li> <li>• Observação do pesquisador;</li> <li>• Registro fotográfico.</li> </ul>
Aprendizagens com uso de <i>softwares</i> livres de matemática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação do pesquisador;</li> <li>• Diário e fóruns dos alunos no AVEA;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questões dois e três do Questionário de avaliação de prática pedagógica realizada ( ver Apêndice M);</li> <li>• Questões quatro e sete do Questionário de conhecimentos prévios ou pré-teste (ver Apêndices D);</li> <li>• Tabelas com pontuações obtidas no Questionário de conhecimentos prévios ou pré-teste;</li> <li>• Tabelas com número de acertos obtidos no Questionário de conhecimentos prévios e nas Sequências didáticas 2, 4 e 5 ( ver Apêndices D, G, J e K);</li> <li>• Planilhas das sequências didáticas 2 e 3;</li> <li>• Registros das sequências didáticas 4 e 5;</li> <li>• Estatísticas produzidas no <i>Calc</i> e no R-project;</li> <li>• Registro fotográfico.</li> </ul>
Evolução do processo de letramento digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questão quatro do questionário de avaliação de prática pedagógica realizada ( ver Apêndice M);</li> <li>• Observação do pesquisador;</li> <li>• Diário virtual do pesquisador;</li> <li>• Diário e fóruns dos alunos no AVEA;</li> <li>• Mapas mentais apresentados em Seminário.</li> </ul>

Fonte: Autor, 2017.

Na sequência, apresento a análise dos dados e a discussão dos resultados, seguindo os pressupostos descritos neste tópico.



## 4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo analiso os dados originados na pesquisa. Devido as características dos instrumentos de coleta e pelo volume de informações geradas, muitos dados foram sintetizados para facilitar o dimensionamento desta análise, sem perder, contudo, sua finalidade e representatividade. Os dados são relativos a 18 alunos, que estão representados pelas siglas A1, A2, A3,..., A18. Os discursos desses alunos, suas opiniões, suas escritas, seus registros computacionais, suas avaliações, seus desempenhos e soluções, entre outros meios, foram fontes preciosas de informações, e como tais, são objetos desta análise.

Além disso, alguns registros, descritos com a sigla *PP*, foram provenientes de minhas observações e diálogos, registrados em diário de bordo (virtual) no decorrer do processo de intervenção. Para representar parte das atividades que foram desenvolvidas pelos alunos, utilizei a seguinte simbologia: questionário de conhecimentos prévios (S0); sequência didática 1 envolvendo acesso AVEA e seminário (S1); sequência didática 2 envolvendo o *Calc* (S2); sequência didática 3 envolvendo o *Calc* (S3); sequência didática 4 envolvendo o *SageMath* (S4) e sequência didática 5 envolvendo o *SageMath* (S5). As correções destas atividades foram realizadas, considerando como critérios quantitativos, os pontos respostas satisfatórias, parcialmente satisfatórias e incorretas ou em branco.

Para os outros questionários não atribuí símbolos. Portanto, o levantamento desses dados permitiram descrever e interpretar, no que era objetivo desta pesquisa, a realidade investigada (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Diante desse contexto, utilizo a análise textual discursiva de Moraes e Galiazzi (2016) como técnica para análise dos dados qualitativos. Além disso, em função dos dados quantitativos, desenvolvo algumas análises estatísticas paramétricas (média, mediana, desvio padrão e correlação) e não paramétricas (Teste de Friedman) e seus correspondentes gráficos, como o do enfoque computacional a partir da planilha *Calc* e R-project, que ampliam a interpretação dos dados e suas representações. (MARTINS, G., 2008; MARTINS, M., 2009; ITANO et al., 2010; DOWNING; CLARK, 2012; POHLERT, 2016).

Para organizar esta análise, uso primordialmente os princípios descritos por Moraes e Galiazzi (2011), que mencionam como as categorias podem emergir na pesquisa e como são produzidos os textos que formam o *corpus* da análise. Estes, segundo os autores, podem ser produzidos especificamente para a pesquisa ou podem ser coletados em documentos já existentes. Nesse contexto, pude considerar, como *corpus* desta pesquisa, as opiniões coletadas por escrito nos questionários inicial, final, e de avaliação de *software*, além das representações simbólico-matemáticas relacionadas com o *Calc* e *SageMath* e em linguagem natural, registradas, por escrito, nas atividades didáticas ou nas ferramentas “fórum” e “diário de bordo” do ambiente virtual de ensino e aprendizagem - AVEA.

#### 4.1 Categorias de análise

A partir dos dados emergentes, instituí as categorias “*a priori*” (estabelecidas previamente antes da pesquisa) e “*a posteriori*” (estabelecidas ao final do processo) que apresento a seguir: “o que os números dizem”, “experiências com tecnologias de *software* livre”, “dificuldades do processo de intervenção pedagógica”, “aprendizagens a partir do uso de *softwares* livres de matemática” e, por último, “a evolução do processo de letramento digital”. Ressalto que a análise agregará,

quando possível e paralelamente, os resultados nas duas abordagens metodológicas.

#### 4.1.1 O que os números dizem

Analisando algumas das informações obtidas no questionário inicial (ver Figura 21), foi possível ter uma visão parcial sobre a realidade do grupo de alunos, porém, no decorrer das análises de dados de outros instrumentos, essa visão pôde ser ampliada. Assim, os números que apresento aqui vão ao encontro do primeiro objetivo especificado no capítulo 1 desta pesquisa.

Figura 21 – Questionário virtual inicial desenvolvido para a pesquisa

Fonte: Autor, 2017, a partir do google forms.

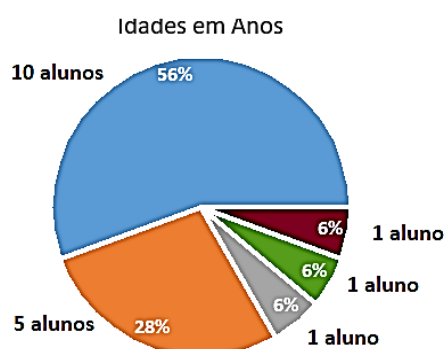
Nesse contexto, a Figura 22, na sequência, mostra idade e gênero dos alunos participantes. Os dados revelam diferentes gerações de aprendizes e isso ajuda a compreender características próprias desse grupo. Apesar da relativa homogeneidade das experiências formativas, os alunos apresentavam habilidades distintas que possivelmente condiziam com suas experiências de vida ou profissionais. Percebi isso, por exemplo, quando os alunos mostraram maior ou menor facilidade com aspectos didáticos, ao desenvolverem as apresentações do “seminário” da sequência didática 1, conforme pode ser visto na Figura 23, que mostra os alunos explanando sobre o tema do seminário do seu grupo. A esse respeito, na ocasião, registrei em meu diário de bordo virtual:

*PP: É perceptível que alguns alunos, principalmente os que já atuam no ensino uma facilidade maior de se comunicar e interagir didaticamente, quando questionei sobre se alguém já ensinava, obtive como resposta que alguns já atuam no ensino da matemática nos nível Básico, mais precisamente 2 deles, que cursam o oitavo semestre e trabalham em escolas particulares, já 5 deles trabalham como temporários em escolas estaduais. Outros só estudam ou trabalham fora do contexto de ensino, em áreas administrativas.*

Figura 22 – Perfil de idade e gênero dos sujeitos pesquisados

1 - Qual sua idade?

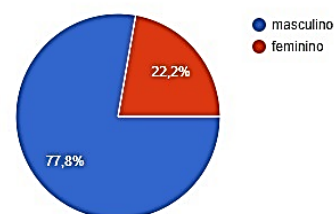
18 respostas



Abaixo de 25 ■ Entre 25 e 35 ■ Entre 35 e 40 ■ Entre 35 e 40 ■ Acima de 40

2 - Qual seu gênero?

18 respostas



Fonte: Autor, 2017, a partir do google forms.

Figura 23 – Apresentação de seminário da sequência didática 1



Fonte: Autor, 2017.

Os dados anteriormente mencionados permitem afirmar que a maior parte dos alunos é do gênero masculino e que, considerando a faixa etária, podem ser considerados nativos digitais. Porém, nesse grupo, aqueles com idade próxima ou acima dos 40, poderiam ser melhor considerados imigrantes digitais (PRENSKY, 2001). Para os primeiros, ditos nativos, a ideia de desenvolver o ensino mediado por tecnologias foi algo pouco impactante; já os possíveis imigrantes, mais reflexivos e experientes, encararam esse desafio com maior atenção, e isso os fez querer mais detalhes sobre o projeto. Nesse sentido, ofereci mais esclarecimentos ao grupo. Em especial, esse detalhamento foi exigido por aqueles que já estavam nos últimos semestres do curso (oitavo e décimo semestres), e que representavam 66% dos alunos, conforme dados da Figura 24.

Figura 24 – Números de matriculados X semestre  
3 - Em que semestre você está regularmente matriculado?

18 respostas



Fonte: Autor, 2017 a partir do google forms.

A partir dos dados anteriores, averigui que apenas 44% dos alunos estavam cursando o semestre regularmente, e 22% estavam fazendo a disciplina novamente, por desistência anterior. Os demais haviam escolhido a disciplina como substituta de outra e não cursada em semestre regular.

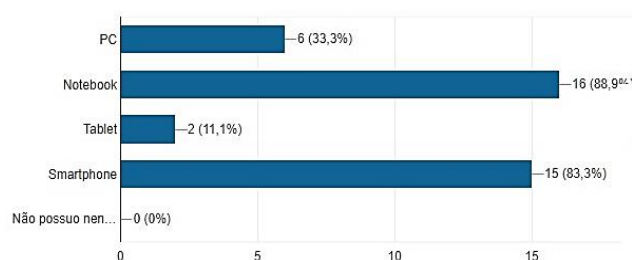
Nesse contexto, ao analisar a rotina desses alunos quanto ao uso de algumas tecnologias (computadores, *notebooks* e *smartphones*), evidenciei uma predisposição ao uso das tecnologias digitais, conforme se verifica na Figura 25. Os alunos descreveram os recursos que já faziam parte de suas práticas sociais, entre

os quais se destacaram o *notebook* e o *Smartphone*, com disponibilidade respectiva de quase 90% e 80%, com menos destaque para o computador convencional, que obteve 33%. Entretanto, isso não implicou que os alunos já tivessem compreensão crítica sobre o impacto de todos esses dispositivos nos contextos educacionais.

Figura 25 – Indicadores de acesso aos recursos tecnológicos

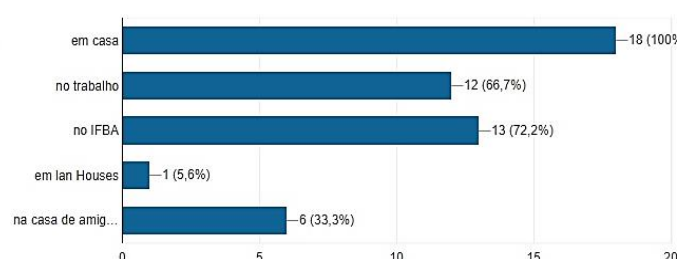
4 - Que tipo de dispositivo computacional você dispõe em casa? (pode marcar mais de uma opção)

18 respostas



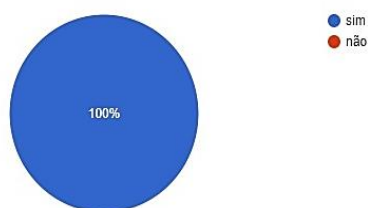
6 - Em quais espaços você costuma acessar internet? (pode marcar mais de uma opção)

18 respostas



5 - Você dispõe de acesso à internet em casa?

18 respostas



Fonte: Autor, 2017 a partir do google forms.

Os dados anteriores são compatíveis com estudos nacionais desenvolvidos pelo Comitê Gestor da *Internet* no Brasil – CGI.br (2013, 2014, 2016) que mostram a evolução acentuada dos dispositivos de computação móveis (*Smartphone* e *Tablet*) ou portáteis (*notebook*). Isso na última década, inclusive no contexto da educação. Essa proporção mais acentuada de *notebooks* em comparação aos computadores portáteis – PC também é evidenciada pelas pesquisas da CGI, quando esta compara a evolução das tecnologias na sociedade brasileira nas últimas décadas, bem como o crescimento do acesso à *internet*.

Além disso, todos os alunos consultados disseram estar inseridos no contexto da *internet* (100% dispõem de algum tipo de conexão com a rede) e isso já confere, segundo o CGI, algum grau de inclusão digital. Entretanto, parte deles (em torno de 28%) afirmou não procurar acessar a *internet* diretamente no ambiente escolar. Isso se dá, talvez, por ela ser ofertada pela instituição apenas nos laboratórios, na biblioteca e em uma *lan-house* interna que foge aos gostos contemporâneos.

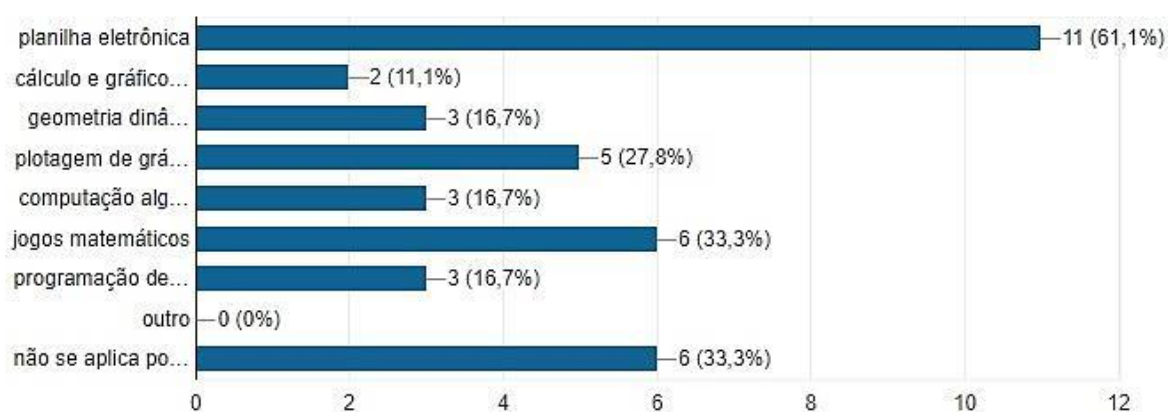
O fato é que, aparentemente, pode haver um desestímulo por parte dos alunos em usar a rede na instituição, pois seus espaços de acesso são limitados. Isso é preocupante, pois esses hábitos locais os colocam em desvantagem com relação a outros estudantes que dispõem, em suas instituições, de um acesso mais aberto à *internet*, com vista aos processos de estudo e de busca de informações na rede (ZANETTE, 2000).

O contexto acima também remete ao acesso desses sujeitos com relação aos recursos atuais e pessoais das tecnologias digitais. Consequentemente, as ferramentas de *Softwares* foram os recursos mais citados nos processos de aprendizagem, em especial na área de matemática, conforme se pode verificar nas imagens da Figura 26. Neste gráfico, o destaque é para o uso de planilhas eletrônicas, que ficou em torno de 60%, e estas são mais usuais do que sistemas matemáticos mais complexos, tais como os sistemas algébricos e numéricos, que representaram apenas 17%, ou geometria dinâmica, expressa em 17% também.

Figura 26 – *Softwares* usados para aprendizagem

8 - Quais os softwares matemáticos que costuma usar para facilitar sua aprendizagem ? (pode marcar mais de uma opção)

18 respostas



Fonte: Autor, 2017 a partir do google forms.

Apesar destes recursos de *software* terem sido aplicados anteriormente em algumas disciplinas do curso, ainda são pouco usados pelos alunos nos processos de aprendizagem dentro da sala de aula. Esse dado pode ser verificado no baixo percentual apontado por eles com relação à sala de aula, conforme mostra a Figura



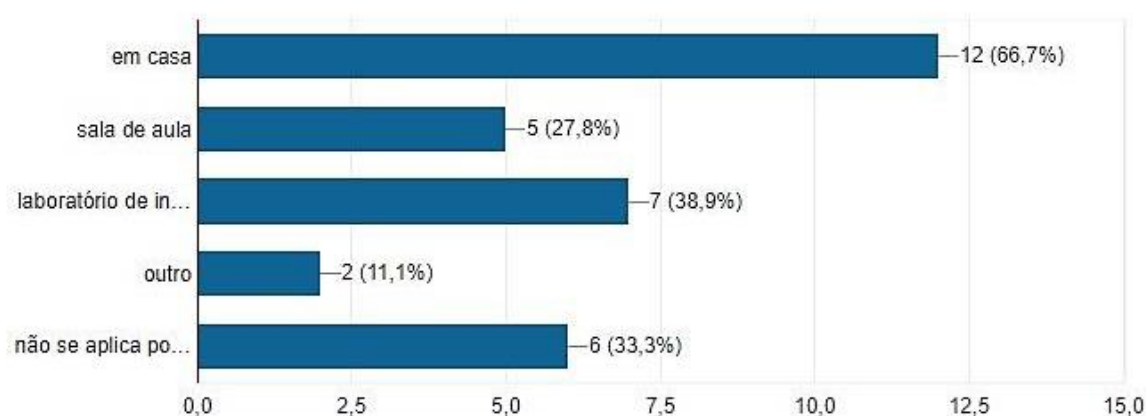
27. Em nexa ao que foi analisado anteriormente, ao verificar os locais onde essas tecnologias eram usadas pelos alunos, o espaço da sala de aula foi, surpreendentemente, um dos menos explorados, com apenas 28% dos alunos afirmando fazer uso nesse ambiente.

Tal número ficou bem abaixo quando comparado com o uso dos *softwares* matemáticos para aprendizagem em casa, que ficou em torno de 67%. Talvez, essa opção preferencial dos alunos em utilizar tais recursos em casa possa estar relacionada com a disponibilidade de acesso à rede mundial de computadores, que, conforme já foi visto, ocorre com menor acessibilidade na instituição de ensino.

Figura 27 – Locais onde acessam os *softwares*

9 - Onde você fez uso desse(s) softwares matemático(s)?

18 respostas



Fonte: Autor, 2017 a partir do google forms.

Atualmente, é pouco comum que os ambientes escolares e acadêmicos restrinjam o acesso à *internet*, pois se sabe que isso significa limitar os potenciais coletivos e criativos dos alunos, que podem usufruir dessas tecnologias digitais para aprender, criar, se comunicar e investigar, conforme defende Kenski (2014).

Pesquisas do CGI.br (2013, 2014, 2016) revelam, tanto do ponto de vista de alunos quanto de professores, em especial, das escolas públicas, que o acesso a tecnologias, como *internet*, por exemplo, raramente decorre de experiências de sala de aula. O usual é que essa interação ocorra em laboratórios, como neste caso. Ressalto, nesse contexto, que a *internet*, na verdade, é só um canal pelo qual os *Softwares* virtuais de matemática e outros artefatos tecnológicos são comumente



acessados na rede. Portanto, concepções contemporâneas de ensino, como ensino híbrido, indicam que quanto menos se tiver contato com ela, mais longe se estará de conhecer aplicações tecnológicas interessantes e inovadoras (BACICH; MORAN, 2015, MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2015).

Outro aspecto que me interessa discutir nesta categoria diz respeito ao processo de avaliação dos *softwares Calc e SageMath*. Estes *Softwares* representam exemplos de *softwares* livres, e suas características podem ser analisadas sob o olhar da metodologia denominada SOFMAT<sup>19</sup>, desenvolvida por Batista (2004), e adaptada para esta realidade.

Ressalto que os critérios definidos por essa metodologia de avaliação de *Softwares* são específicos para os educacionais matemáticos. Porém, neste caso, adaptei o método para um menor número de critérios, valorizando mais o aspecto pedagógico, do que o técnico. A partir desses critérios, Batista (Ibid.) estruturou sua avaliação em cinco blocos, aos quais atribuiu pesos específicos. Estes Blocos são:

A: questões relativas à documentação (documentação de descrição e manual do usuário, impresso ou on line); B: questões operacionais (relacionadas à instalação e utilização do *software*); C: questões relacionadas a características pedagógicas gerais (objetivos, usabilidade, conteúdos matemáticos e praticidade); D: questões relacionadas às propostas dos Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCNEM) para Matemática; E: questões relativas à proposta pedagógica privilegiada no *software* (BATISTA, 2014, p. 70).

Para um maior detalhamento desses aspectos técnicos, indico que esse processo avaliativo seja aprofundado no próprio estudo de Batista (ibid.) ou na normativa ISO 9241-11. Diante disso, mantive os fundamentos básicos da metodologia SOFMAT, visando identificar o potencial produtivo e pedagógico, expresso pelo percentual de adequabilidade.

Nesse sentido, reforço que o foco menos técnico e mais pedagógico, direcionado nesta pesquisa, tem sua atenção voltada para o critério da usabilidade, que, segundo a normatização ABNT NBR 9241-11 (2002, p. 3), “é a medida pela qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos

---

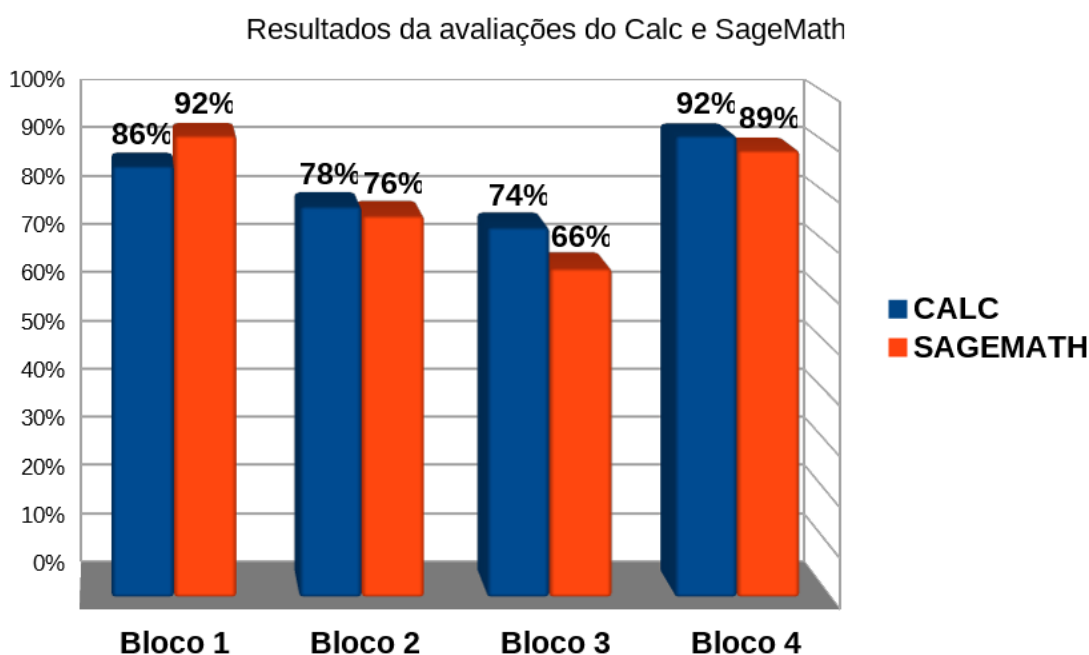
<sup>19</sup> Metodologia de Avaliação de *softwares* livres de Matemática desenvolvida por Batista (2004).

específicos como **efetividade**, **eficiência** e **satisfação** em um contexto de uso específico” (grifos meus). Adaptando para uma linguagem mais simples, seria a facilidade com que os sujeitos podem empregar uma ferramenta ou objeto, a fim de realizarem uma tarefa específica e importante.

Neste caso, adaptei os blocos originais e os reduzi para quatro. Com isso, pretendo avaliar, no bloco um, o contexto geral (caracterização educacional) e de interação do sistema; no bloco dois, a facilidade de instalação e utilização do sistema; no bloco três, a interface e a usabilidade; e, no bloco quatro, busquei relacionar o potencial dos softwares frente aos conteúdos da matemática ou da estatística.

Inicialmente, apresento, na Figura 28, os resultados atribuídos pelos alunos ao avaliarem o *Calc* e o *SageMath*, juntamente com seus resultados finais de adequabilidade:

Figura 28- Resultados de adequabilidade avaliados para o *Calc* e *SageMath*



Fonte: Autor, 2017.

Após a aplicação dos critérios do questionário de avaliação, os resultados de adequabilidade para o *Calc* ficaram em 81%, enquanto a adequabilidade do *SageMath* foi de 79%. Porém, como se pode observar na Figura 28, os percentuais atribuídos aos blocos nos dois sistemas foram bem parecidos, indicando, segundo

tal metodologia, que eles são adequados como ferramentas educacionais para o ensino da matemática. Ressalto, porém, que sua eficiência no processo de ensino e aprendizagem não pode ser captada pelo instrumento avaliativo, pois vai depender de outras variáveis que se encontram no cenário educativo, tais como, planejamento, didática, infraestrutura, etc.

Ao analisar tais resultados, verifico, no aspecto relacionado ao bloco um, que os dois percentuais foram bastante altos - 86% para o *Calc* e 92% para *SageMath* -, e que essa diferença entre as duas ferramentas, provavelmente esteja mais relacionada com a facilidade do uso da planilha *Calc*, que também tem apreço no mundo do trabalho. No caso do *SageMath*, é provável que o curto intervalo de tempo que os alunos tiveram para assimilar tal ferramenta de programação e cálculo simbólico tenha influenciado na avaliação geral.

Com relação ao bloco dois, os dois softwares também foram bem avaliados e ficaram quase empatados (78% e 76%). O domínio tecnológico prévio de alguns alunos facilitou, conforme descreveram os alunos A15, A16 e A1 em um dos fóruns do AVEA:

*A15: A instalação do aplicativo (Calc) é de fácil execução por se tratar de um processo dinâmico, além do software ser bem autoexplicativo em relação a instalação....*

*A16: Não tive dificuldade em realizar a instalação do Calc, pois é totalmente instrutiva, sendo necessário apenas seguir o passo a passo.*

*A1: Não tive muitas dificuldades em instalar o Calc. O processo de instalação é bem semelhante ao de outros Softwares. Bastou avançar durante a instalação e escolher a opção desejada no programa (grifos meus).*

As descrições acima expressam a facilidade de instalação do *Calc* durante a sequência didática 2. No caso do *SageMath*, essa questão não se aplica, pois não há necessidade de instalação, já que está ativo na rede, porém, outro domínio de conhecimentos é requerido. Nesse caso, o conhecimento sobre navegação na *internet*, que não foi problema, exceto pelo fato de não identificarem de imediato os caminhos para acessá-lo, pois o ambiente do sistema algébrico é em inglês. Este

problema foi amenizado pelas orientações da sequência didática 4. Nesse contexto, os alunos A10 e A13 *descreveram o seguinte*:

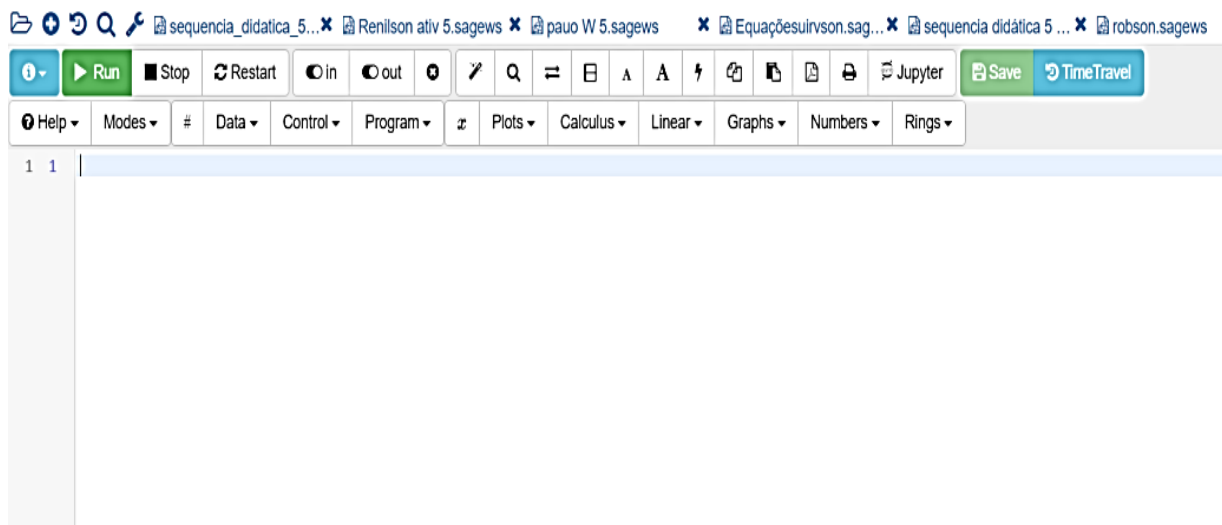
**A10: O manuseio do programa (sage) é simples se não errar os detalhes, sua instalação também é fácil, porém peca pelo fato de ser todo em inglês, ou seja, para quem não está muito habituado com outra linguagem é um pouco complicado, mas as atividades foram concluídas no tempo certo**

**A13: É um software com uma utilidade muito relevante para a área do cálculo, parece um pouco com o Matlab. Tive muita dificuldade em utilizar o programa por causa da linguagem utilizada para os comandos, similar a uma programação. Contudo com um pouco de prática é possível se adaptar facilmente ao programa, e conseguir realizar as atividades propostas.** As atividades propostas facilitaram o aprendizado, pois trouxeram as dificuldades de forma gradativa e explicativa (grifos meus).

Nos relatos anteriores, percebe-se que a utilização do sistema é vista com certa dificuldade pelos alunos, porém eles mesmos também citam a necessidade de atenção para não errar. Também apontam uma dificuldade com o inglês, idioma oficial do sistema, e com a linguagem do próprio programa. Mas, resolvidos esses obstáculos iniciais, seu uso torna-se mais acessível.

Com relação ao bloco três, percebeu-se que a interface do *SageMath* tornou mais desafiador interagir nesse tipo de sistema em busca de soluções para os problemas. Isso porque este sistema apresenta uma área de trabalho aberta (ver Figura 29), quase que totalmente dependente da interação do usuário com os comandos em uma linguagem procedural, ou seja, organizada segundo uma ordem das escritas simbólicas que estão na tela.

Figura 29- Interface do SageMath



Fonte: Autor, 2017, como base no SageMath.

Diante dessa perspectiva, alguns alunos sentiram maior dificuldade de adaptação com essa forma de interagir, que exige escrita dos comandos na tela. O Aluno A13, por exemplo, relatou, conforme a Figura 30, a dificuldade em ter de lidar com essa linguagem científica, de uso complexo. Já A15 comparou o SageMath com o Matlab e apontou a mesma dificuldade com a escrita. Ambos, porém, também enfatizaram que, com orientação e prática, o processo pode ser concluído.

Figura 30 - Relatos dos alunos sobre o SageMath

Diário de Bordo sequência didática 4

Listar respostas Transfira esta discussão para ... Mover

---

**A13**

**Sequencia 04**  
por [nome oculto] - segunda, 30 outubro 2017, 19:28

A sequencia 4 foi de longe a atividade que mais enfrentei dificuldades, devido o fato do mesmo exige muito mais uma linguagem científica do que os outros software.... De forma geral o software é bem estruturado, porem pelo fato de exige muito o conhecimento de comandos especificos, sua usabilidade é um tanto complexa, porem com as instruções passadas pelo docente sua execução tende a ser mais simples.

Média das avaliações: 80 (1) [Editar](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

---

**A15**

**Sagemath**  
por [nome oculto] - quarta, 4 outubro 2017, 22:47

É um software com uma utilidade muito relevante para a área do calculo, parece um pouco com o Matlab. Tive muita dificuldade em utilizar o programa por causa da linguagem utilizada para os comandos, similar a uma programação. Contudo com um pouco de prática é possível se adaptar facilmente ao programa, e conseguir realizar as atividades propostas. As atividades propostas facilitaram o aprendizado, pois trouzeram as dificuldades de forma gradativa e explicativa.

Média das avaliações: 75 (1) [Editar](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

Fonte: Autor, 2017, a partir do AVEA disponível em dmoodle.16mb.br

Relatos como os anteriores contribuem com a avaliação do SageMath em 74% no bloco três. Já o *Calc*, por ser uma planilha eletrônica, exige mais atenção na organização das escritas numéricas e algébricas que são dispostas nas células, porém, sua dinâmica de trabalho inclui usar os ícones, menus e executar tarefas via

comandos manuais ou via assistente. Isso ainda proporciona alguns problemas, como relata o aluno A5, quando escreve que o *Calc* “*permite executar as mesmas funções que o Excel, no entanto uma das dificuldades em trabalhar com ele foi que os comandos de equações são todos em inglês*”. Já o aluno A15 relata a facilidade ao instalar o *Calc*, mas reconhece que “em algumas partes do desenvolvimento da atividade tive algumas dificuldades referentes aos comandos”.

No último bloco, o quatro, os alunos avaliaram, em sua maioria, que os conteúdos matemáticos são facilmente relacionados a partir das interações com essas duas ferramentas. No *Calc* essa visão é um pouco mais concreta do que no *SageMath*, pois sua natureza matemática, conforme indica, pode ser um tanto abstrata quando convém (STEIN, 2009). No entanto, trabalhar com a matemática abstrata não foi o foco nesta pesquisa, pois tanto as atividades desenvolvidas, como o próprio *software*, foram usadas mais como ferramentas de cálculo e desenvolvimento lógico de comandos, simulando uma espécie de programação. No *Calc*, a estrutura lógica dos comandos é menos formal e mais intuitiva, e seu foco maior é na organização e dinâmica de cálculos menos complexos, conforme descrevem Afonso et al. (2014).

Em síntese, apresento, com base nas avaliações dos alunos e em Batista (2004), o seguinte quadro comparativo:

Quadro 7 – Comparativo dos pontos positivos e negativos dos *softwares*

<b>software</b>	<b>Pontos positivos</b>	<b>Pontos Negativos</b>
<i>Calc</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É eficiente na elaboração de planilhas de cálculos e gráficos, tanto na matemática, estatística, como em outras áreas do conhecimento;</li> <li>• É considerado de fácil utilização e sua interface exige menos treinamento;</li> <li>• Seu uso contribui para a construção do conhecimento, além de estimular a sistematização e a criatividade;</li> <li>• Possibilita aplicação de lógica matemática.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sua instalação é num computador local off-line e exige que os arquivos sejam salvos e migrados manualmente para outros sistemas;</li> <li>• Alguns comandos automáticos podem diferir em idioma em função da versão instalada e da linguagem do sistema operacional que o hospeda.</li> </ul>

SageMath	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite trabalhar com diversas linguagens matemáticas de programação e com os próprios conteúdos matemáticos, de forma inter-relacionada;</li> <li>• Possibilita trabalhar com cálculos matemáticos simples e vai para campos mais complexos, dependendo da habilidade e necessidade do usuário;</li> <li>• Exige do usuário uma postura mais ativa e autônoma;</li> <li>• Funciona na nuvem da <i>internet</i> o que, portanto, facilita seu acesso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exige atenção por causa de língua inglesa em sua interface principal;</li> <li>• Exige atenção à sua sintaxe (cuidados com as exigências da linguagem de programação);</li> <li>• Possui um sistema de ajuda amplo, mas todo em inglês.</li> </ul>
----------	---	---

Fonte: Autor, 2017.

Diante dessas duas avaliações, surgiu outro aspecto de interesse pedagógico, que foi a caracterização educacional do *software*. Nesse caso, foi reconhecido principalmente como construcionista, em 10 das 18 opiniões, o *Calc*; e em 9 das 18 opiniões, o *SageMath* (tal escolha fez parte das opções do bloco 1 do questionário de avaliação de *software*).

Destaco que esses números possivelmente têm influência na forma rápida com que a teorização desse tema foi abordada, pois, antes disso, as palavras instrucionismo e construcionismo não eram de conhecimento dos alunos. Inclusive, a maioria dos alunos não sabia do que se tratava ao responder o questionário prévio, conforme se verifica na Figura 31. Nela são mostradas as respostas dos alunos A4 e A15, que se assemelham às outras 16 respostas.

Figura 31- Respostas dos alunos A4 e A15 na questão 5 e 6 do questionário de avaliação prévia

5) Você sabe o que significa Interacionismo no contexto da Educação Matemática ou da Tecnologia Educacional? ( ) sim (X) não  
Justifique sua resposta se a resposta acima for sim.

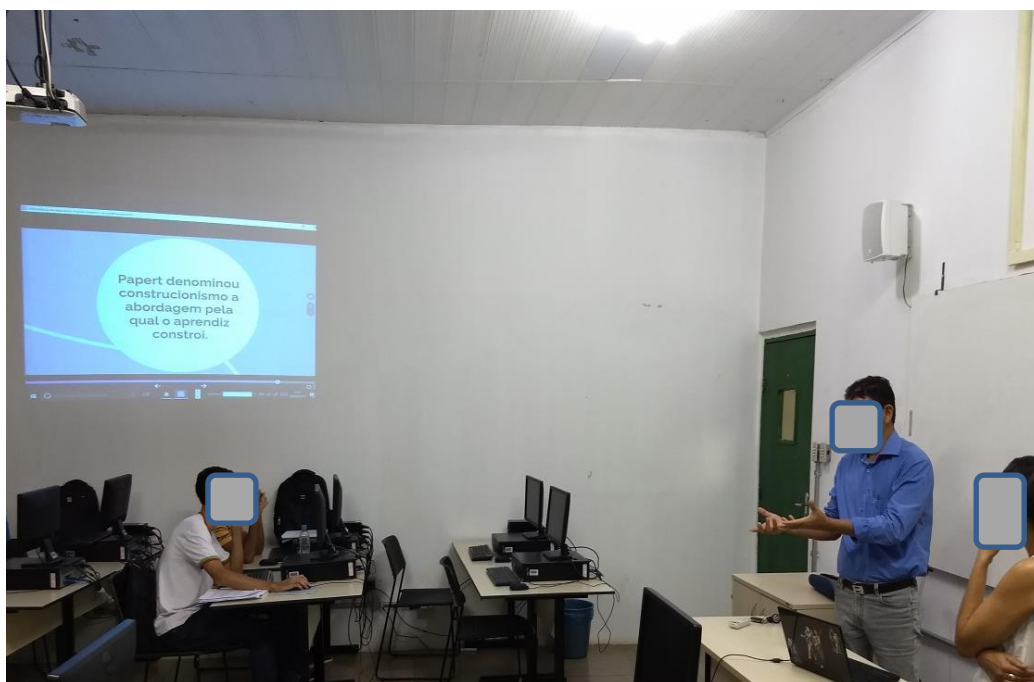
6) Você sabe o que significa Construcionismo no contexto Educação Matemática ou da Tecnologia Educacional? ( ) sim (X) não  
Justifique sua resposta se a resposta for sim

Fonte: Autor, 2017.

Acredito, porém, que a compreensão desse tema foi reforçada pelas exposições dos alunos nos seminários, em especial do grupo que abordou essa questão. Na oportunidade, sob minha mediação e com base em Valente (1998,

1999), tiveram, como centro da discussão, uma maior contextualização e conceitualização dessas duas abordagens. Observar-se os alunos em ação na Figura 32, desenvolvendo o seminário, apresentado via *web* pelo *prezi*.

Figura 32- Apresentação do seminário do grupo sobre interacionismo e construcionismo



Fonte: Autor, 2017.

Já quando os alunos foram solicitados, na avaliação, a caracterizar em que tipo se enquadravam os *softwares Calc* e *Sagmath*, a metade deles definiu os aplicativos como *softwares* aplicativos e exercício e prática (50%, ou seja, 9 em 18), omitindo a característica de programação e simulação, que foi descrita pelos demais. Porém, não me preocupei com o rigor dessa caracterização, pois facilmente um único *software* poderia se enquadrar em mais de um caso. Nesse contexto, também ponderei quanto ao *Calc*, pois ele não atende exclusivamente a questão educacional, mas tem sido bem incorporado nesse cenário como software livre de matemática, conforme descreve Fioreze (2010).

A partir dessas informações, pude compreender, e acredito que boa parte dos alunos também, que essas ferramentas podem se adequar ao cenário educativo, considerando as condições individuais dos alunos, suas experiências e suas interações. Nesse caso, a avaliação proposta com base em Batista (2004) possibilitou definir que o *Calc* foi mais adequado à realidade do grupo por apresentar



um índice percentual de 81%, levando uma pequena vantagem em relação ao *SageMath*, que foi avaliado em 79%.

Quando associo esses índices de adequabilidade ao que foi desenvolvido na intervenção, avalio que a usabilidade do primeiro foi melhor assimilada do que a usabilidade do último, que também teve uma boa aceitação, porém possui uma qualidade técnica mais refinada e profunda, quando se trata do ensino e aprendizagem da matemática com o computador. Isso se deve ao fato de lidar com um tipo de programação que o faz depender de uma interação mais intensa do aluno, algo que, segundo Papert (1994), pode ser sinônimo de aprender mais profundamente.

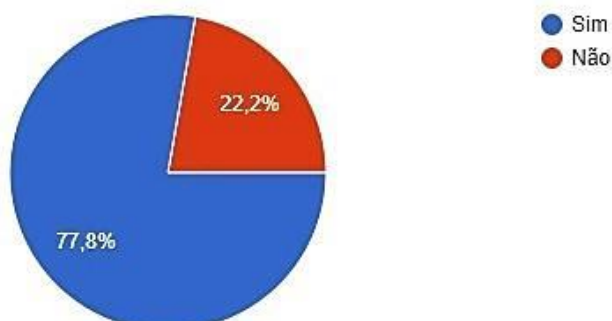
Vale lembrar que algumas situações relacionadas até aqui se referem a situações anteriores ou fora do espaço onde a pesquisa ocorreu. No entanto, as realidades escolares e extraescolares se entrelaçam num tempo de contínuas evoluções, na tecnologia, na cultura e na sociedade. Quebrar esse estigma do baixo uso de tecnologias em sala de aula, que restringe seu uso em espaços e tempos predeterminados, é um desafio para muitas instituições educacionais, e isso tem a ver, conforme colocam Moran, Masetto e Behrens (2015), com a exigência de uma escola inovadora, que propicia uma sala de aula dinâmica, desafiadora, atrativa e conectada o tempo todo.

#### **4.1.2 Experiências com tecnologias de *software* livre**

Quando perguntados se conheciam *softwares* livres de matemática (ver Figura 33), 14 alunos (aproximadamente 78%) responderam afirmativamente. Os demais não conheciam especificamente *softwares* livres nessa área. Destes, o que mais se destacou foi o Geogebra, conforme ilustra a figura citada. Ferramentas livres, como o *Calc*, o *Winplot* e o *Scilab*, que estão relacionadas com uma planilha eletrônica livre e duas ferramentas livres de plotagem gráfica e computação algébrica, respectivamente, foram menos conhecidas ao grupo.

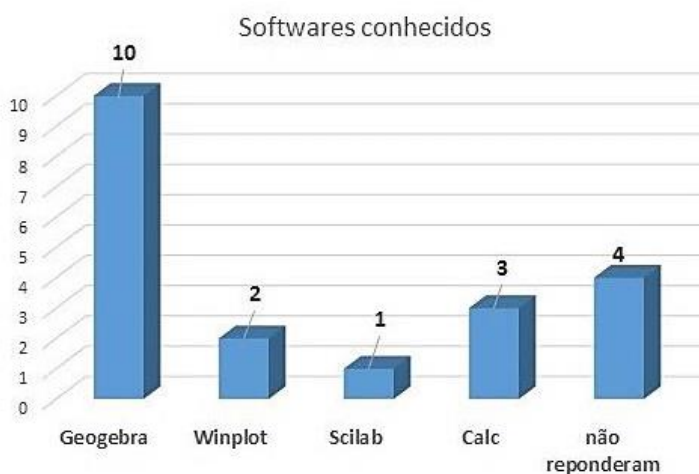
Figura 33 – Conhecimento sobre *Softwares* livres de Matemática  
7 - Você conhece algum softwares livres de matemática?

18 respostas



se sim anteriormente, qual(is)?

4 respostas



Fonte: Autor, 2017, a partir do google forms.

As experiências dos alunos com *softwares* livres de matemática foram investigadas no questionário inicial, nas questões 7 e 8, conforme as Figuras 26 e 33, apresentadas anteriormente. Apesar do avanço mostrado por esses dados, que indicam uso dessas ferramentas nas experiências dos alunos, avalio que uma maior diversidade nas suas escolhas poderia facilitar suas visões sobre a integração pedagógica com essas ferramentas. De acordo com Gravina et al. (2012), essa diversificação por parte de professores e alunos favorece o processo de ensino e aprendizagem da matemática, considerando a disponibilidade dos softwares na atualidade e sua mediação diante dos objetivos educacionais.

Alguns estudos sobre uso de *softwares* matemáticos no ensino, como o de Martins E. (2013), dão indícios de que essa realidade pode estar atrelada a um projeto particular do professor que, normalmente, foge do contexto curricular, exceto naquelas disciplinas específicas, tais como Cálculo Numérico, etc. Ao refletir sobre minhas experiências com alunos anteriores, observei que nesta intervenção me deparei com uma realidade similar. Nesse sentido, descrevi como observação no meu diário virtual:

*PP: Os alunos conhecem muito pouco sobre alguns Softwares livres matemáticos tradicionais, alguns em atividade a mais de uma década, como o Winplot, o WinMat, o Graphmatica, o Kmplot, Poly, o Régua e Compasso, comuns no cenário acadêmico da educação matemática da última década, suas experiências são mais frequentes com o Geogebra, onde alguns possuem boas habilidades, percebo ser é a ferramenta mais usada pelos colegas professores do curso de licenciatura, assim como, com o Matlab que foi trabalhado tecnicamente no semestre anterior. Além disso, parte dos acadêmicos (8 alunos) tinham sido meus alunos no ano de 2015 e na oportunidade abordamos aplicações como Geogebra, jogos digitais e o Scilab em práticas e planejamentos de ensino com tecnologias digitais, no contexto do PIBID. Esse conjunto de influências é refletido em seus saberes no momento atual.*

Relaciono essa realidade com o fato descrito por Borba et al. (2015), quando afirmam que existe uma tendência da educação matemática relacionada com as fases das tecnologias digitais, que atingiu alunos e professores desde a segunda fase (a partir de 1990) e, posteriormente, na quarta fase (a partir de 2004). Nestas, o *software* Geogebra se destacou no ensino, pois marcou o contexto educacional da matemática ao apresentar uma multimodalidade (foi pioneiro na integração da geometria dinâmica com a álgebra e seus gráficos no plano e no espaço). Diante disso, os autores Moran, Masetto e Behrens (2015) e Gravina et al. (2012) defendem que há a necessidade de adquirir saberes sobre diversos contextos de *softwares* matemáticos, possibilitando ao futuro professor um leque maior de opções didáticas, e que podem ser adequadas a diferentes realidades de seus aprendizes, incrementando seus projetos educativos.

Nesse contexto, alguns alunos mostraram-se mais confiantes e seguros com relação ao uso da planilha, isso correspondente às suas experiências pessoais/profissionais, relatadas anteriormente. Inclusive, alguns já conheciam planilhas como o Excel, que é similar ao *Calc*, conforme descreveram os alunos A5,

A9 e A2 em suas discussões, comparando os dois (Figura 34), ou seja, em relatos de aprendizagens que antecederam a intervenção.

Figura 34 - Relatos relacionando *Calc* e Excel

**Calc x Excell**  
por [nome], terça, 26 setembro 2017, 16:01

Ambos são interessantes quando se trabalha com planilhas. Usá-los no ambiente escolar garante uma visão tecnológica do professor, pois exige que este profissional esteja atinado para poder disseminar este novo conhecimento aos alunos. Altas formulas no Calc podem ser desenvolvidas, necessita do interesse de aprendizagem por parte dos educadores.

**A5**

[Discutir este tópico](#) (0 respostas até agora)

[Editar](#) | [Excluir](#)

---

**Planilhas no calc**  
por [nome], domingo, 24 setembro 2017, 17:40

Tanto o excel quanto o calc são bons, principalmente, quando se trabalha com uma ou duas planilhas, ou seja, o nível de conhecimento e organização das fórmulas é bem mais simples. Logo para usá-los em sala de aula é bom, mas se for fazer uma atividade mais complexa não é muito bom, pois é necessário ter um bom conhecimento da sintaxe de fórmulas dos mesmos.

No entanto, hoje, é necessário que todo usuário saiba usar o mínimo dos programas para que não se torne um analfabeto em informática e se torne obsoleto em relação às outras pessoas.

**A9**

[Discutir este tópico](#) (0 respostas até agora)

[Editar](#) | [Excluir](#)

---

**Usando planilha eletrônica Calc e Excel**  
por [nome], quarta, 20 setembro 2017, 02:21

Comparar dois softwares que possuem as mesmas funcionalidades só é possível quando o usuário detem conhecimento por uso de ambos mesmo que este conhecimento seja básico.

Para qualquer usuário que domine minimamente o Excel e que faz uso pela primeira vez no Calc, este percebe nas funcionalidades dos dois programas muitas similaridades, e em algumas pontos até mesmo igualdades em suas funções. No que diz respeito as similaridades, não há nada de muito distantes, naturalmente uma aba a mais num, e um caractere especial no outro, de modo que as características só facilitam uso.

**A2**

[Discutir este tópico](#) (0 respostas até agora)

[Editar](#) | [Excluir](#)

Fonte: Autor, 2017, a partir do AVEA disponível em dmoodle.16mb.br

Além disso, alguns também se sentiram confiantes e seguros com relação ao *SageMath*, afinal, grande parte deles já havia conhecido um sistema com característica parecida, o Matlab<sup>20</sup>, em disciplina anterior (Calculo Numérico), que implementou sua linguagem simbólica sob a ótica da matemática aplicada. Este último sistema é compatível com a linguagem Octave<sup>21</sup>, que está integrada ao *SageMath*. Daí a motivação para os 22% da resposta afirmativa, julgando possuir esse conhecimento inicial.

Além disso, informações sobre essa similaridade entre *SageMath* e Matlab havia sido comentada pelos alunos no início do processo de Intervenção, tanto de forma oral, quanto em registro na questão 13 do questionário inicial, conforme analiso posteriormente. Nesse sentido, o aluno A13, escreveu, em um dos fóruns sobre o *SageMath*: “é um software com uma utilidade muito relevante para a área do

<sup>20</sup> O Matlab (Matrix Laboratory) é um *software* interativo de alta performance destinado ao cálculo numérico, que integra análise numérica, cálculo com matrizes, processamento de sinais e construção de gráficos. Ele foi criado no fim dos anos 1970, por Cleve Moler.

<sup>21</sup> GNU Octave é uma linguagem computacional escrita por John W. Eaton. Possui compatibilidade com o Matlab, e são semelhantes em muitas funções. Foi desenvolvida para computação matemática e possui uma interface em linha de comando para a solução de problemas numéricos, lineares e não-lineares; também, é usada em experimentos numéricos.

*cálculo, parece um pouco com o Matlab*”. Esse depoimento mostra um indício de comparativo entre as ferramentas. Nesse caso, quando foram perguntados sobre suas experiências com os *softwares Calc e SageMath* (ver Figura 35), a grande maioria (por volta de 80%) afirmou já ter algum nível de conhecimento. Para o caso do *SageMath*, a grande maioria não conhecia nem sabia como efetivar cálculos com ele, portanto, prevaleceram os que eram iniciantes no uso de planilhas e inexperientes quanto ao uso do sistema algébrico.

Figura 35 – Conhecimento sobre o *Calc* e *SageMath*

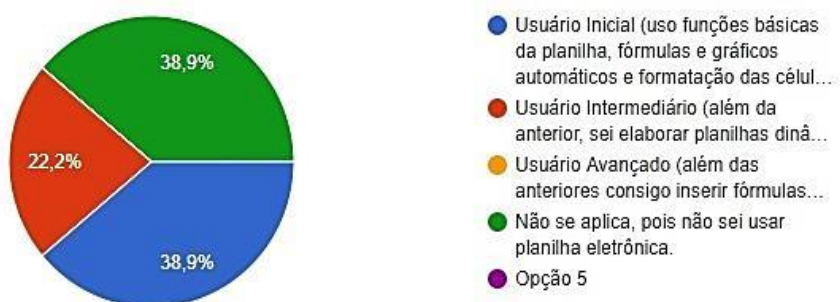
11 - Com relação ao uso software de Sagemathcloud, como se classificaria?

18 respostas



10 - Com relação ao uso software de planilha eletrônica Calc, como se classificaria?

18 respostas



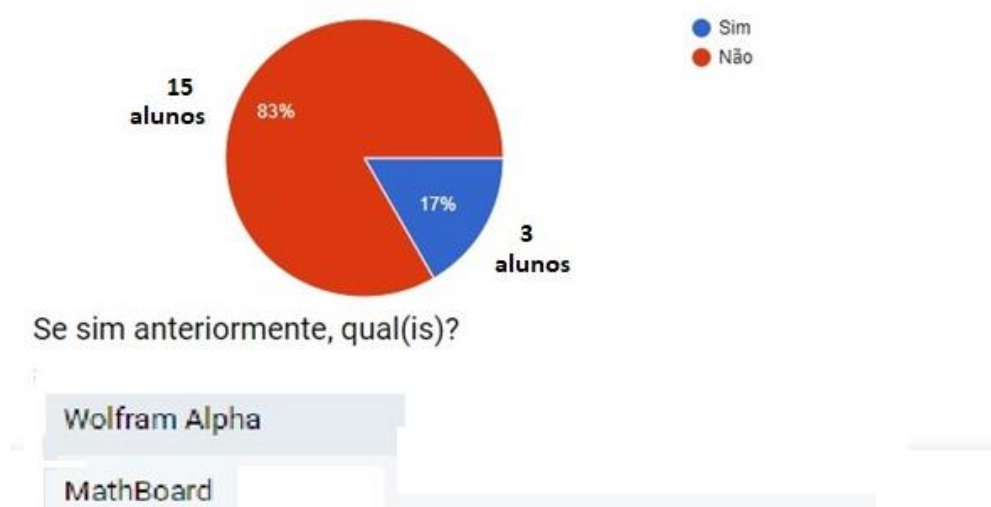
Fonte: Autor, 2017, a partir do google forms.

Já nos dados da Figura 36, pode-se verificar que nem todos os alunos tiveram conhecimento sobre aplicações matemáticas que funcionam diretamente na rede. Apenas três alunos relataram conhecer ferramentas como *Wolfram Alfa*, que trabalha com teoria e resoluções de atividades de matemática e área afins, de forma

*online*, porém, não é um *software* livre como o *SageMath*. Os demais nunca haviam experimentado sistemas com esta característica, tal como o sistema usado na pesquisa e que funciona na nuvem da *internet*.

Figura 36 – Indicador de acesso aos recursos tecnológicos na rede  
12 - Conhece algum software que funcione diretamente na internet para ensino e aprendizagem da matemática?

18 respostas



Fonte: Autor, 2017, a partir do google forms.

Nesse contexto contemporâneo, verifica-se que o acesso seletivo das mídias digitais conectadas não é mais uma opção para aqueles que, incluídos digitalmente, usufruem da modernidade para estudar, trabalhar e até para o lazer. Isso ocorre por consequência da cultura digital, que Lévy (1999) denominou de Ciberultura, e que vem sendo reforçada e reformulada em seus valores desde o início do século XXI, principalmente por influência da *internet* e suas inteligências (gerações web 2.0, 3.0,...), que evoluem continuamente (LONDON, 2004).

Ainda sobre aprendizagens mediadas por *softwares* de matemática, explorei os dados coletados na questão 13 do questionário inicial: *das disciplinas cursadas anteriormente no curso de licenciatura em matemática, cite em qual (ais) você presenciou o uso de tecnologia informática para o ensino ou aprendizagem da matemática ou área afim. Qual (quais) tecnologia(s) foi (foram) usada(s)?* A partir desses dados, pude conhecer parcialmente algumas experiências dos alunos no

contexto disciplinar em que presenciaram a interação com tecnologias de *softwares* de matemática no curso, conforme se verifica no Quadro 8:

Quadro 8 – *Softwares* de matemática x disciplina do curso

Geogebra	Excel	Matlab
Fundamentos da Matemática 1 e 2	Álgebra Linear 2	Cálculo Numérico
Geometria Analítica	Matemática Financeira	
Cálculo 1, 2 e 3		
Geometria Elementar II		

Fonte: Autor, 2017, com base no questionário inicial.

Os dados confirmam a predominância do Geogebra nas experiências dos alunos, que relataram sua utilização, por momentos, em 7 disciplinas, além de outras três disciplinas relacionadas com o Excel e Matlab. Entretanto, ao analisar o fluxograma do curso, verifiquei que, das 50 disciplinas do currículo, conforme verificado no Anexo A, pelo menos 27 delas apresentam possibilidades de inserção de *softwares* matemáticos, aplicativos ou outras ferramentas tecnológicas. Tal procedimento considerou princípios apontados por Martins E. (2013).

Seguindo tais princípios e comparando os registros dos alunos no questionário inicial com o fluxograma de disciplinas do curso, pude perceber que em apenas 37% (10/27) das disciplinas cursadas houve algum tipo de interação com *softwares* matemáticos, isso considerando, no conjunto de respostas, que o aluno cursou todas as disciplinas. De fato, esse número percentual poderia ser menor, pois apenas os alunos do décimo semestre, que já estavam prestes a se formar, poderiam ter tido essa oportunidade, em detrimento dos alunos dos semestres iniciais.

Entretanto, não cabe aqui inferir sobre essa questão de forma aprofundada. Essas informações, inclusive, não foram descritas como objetivos neste trabalho, mas ajudam a dar uma maior transparência ao processo investigativo e incitar a reflexão sobre as possíveis consequências e desafios dessa hipotética formação, em que a visão tecnológica e pedagógica para ensino da matemática ainda é alvo de atenção. Nesse sentido, o estudo de Martins E. (2013) ajuda a compreender algumas dessas dificuldades, pois sua construção apresenta um cenário aproximado

do contexto desta pesquisa, diferindo principalmente pelo ponto de vista, que foi do professor e das documentações do curso.

Num contexto mais geral, quando questionados, na pergunta 14, *como você se relaciona com a tecnologia informática em seu dia a dia (casa, trabalho, instituição de ensino)?* As respostas reforçaram a perspectiva de inclusão dos alunos aos recursos digitais, que, por consequência, favoreceram suas incursões nas atividades da intervenção. A seguir apresento excertos das respostas dos alunos para a referida questão:

A2: **Utilizo frequentemente para trabalhos e pesquisa, fora a leitura de livros online.**

A16: A tecnologia está presente em várias tarefas diárias, **aproveito bastante das facilidades que esta nos promove em nossas atividades.**

A15: **Através de trabalhos desenvolvidos offline e online, no trabalho e em casa, através de computadores, tablet e celular.**

A1: Tento me relacionar da melhor forma possível, pois sabemos que a tecnologia informática já faz parte de nossa **sociedade**, e dependemos cada vez mais dela, **principalmente no trabalho e nas instituições de ensino.**

A14: Meu conhecimento é básico. **Tanto no trabalho quanto na instituição de ensino, o uso é feito através de pesquisas, produções e programas básicos.** As redes sociais também são bastante utilizadas.

A10: **Trabalho com os Softwares de edição de texto e planilha (Writer e Calc)** durante o meu **trabalho** e também na minha casa (grifos meus).

Nas respostas anteriores, os alunos A2 e A15 enfatizam o uso frequente e *online* e *off-line* de recursos tecnológicos da informática. Já A1 reforça essa necessidade atrelada a duas dimensões, o mundo do trabalho e do ensino. Este último também citado pelo aluno A14. O aluno A10 aborda sua experiência com a planilha e com outra ferramenta do mesmo pacote *office* na primeira dimensão apresentada anteriormente.

Apesar dessa perspectiva favorável, deve-se estar atento para questões concretas. Como afirma Kenski (2014, p. 63) sobre a banalização do uso das mídias digitais:

[...] temos que admitir que essas facilidades ainda não são de acesso generalizado para todas as pessoas. Ampliou-se muito o acesso de brasileiros nas redes, mas ainda há grandes segmentos da população que não têm o conhecimento e estruturas de base que lhes garantam a condição de tecnologicamente incluídos.



Conforme descreve a autora, a visão tecnicista do uso da tecnologia informática condiz com essa banalização e com seu uso indiferente, que chegou, mas não conseguiu, em mais de duas décadas, revolucionar os processos educacionais tradicionais. Percebe-se, com as escritas dos alunos, que a visão da tecnologia, para a maioria deles, não está integrada com os processos de aquisição do conhecimento escolar. Normalmente está vinculada com o mundo do trabalho e do entretenimento, como relata, de forma direta, o aluno A2, quando escreve: *“utilizo frequentemente para trabalhos e pesquisa, fora a leitura de livros online”*; ou o aluno A14, quando menciona: *“As redes sociais também são bastante utilizadas”*. A questão que fica é: ser usuário da tecnologia faz dela um instrumento de mudança social por si só?

Refletindo um pouco sobre as colocações de Moran, Masetto e Behrens (2013, p. 11-12) e sobre outras no decorrer desta análise, pode-se encontrar algumas pistas sobre essa questão:

[...] vemos escolas com poucos recursos tecnológicos e bons resultados, assim como outras que se utilizam mais de tecnologias. E o contrário também acontece. Não são os recursos que definem a aprendizagem, são as pessoas, o projeto pedagógico, as interações, a gestão.

Portanto, as experiências reforçam a eficiência dos processos de ensino e aprendizagem com uso de tecnologias digitais, e isso significa que tantos os acertos quanto os erros são objetos de reflexão e construção de saberes. Na literatura educacional que pude investigar não existem receitas prontas, mas existem indícios de que a melhor maneira de usufruir com qualidade dos recursos que as tecnologias digitais proporcionaram à educação, nessas últimas décadas, é sair da zona de conforto da sala de aula, ou mesmo mudar a visão dentro dela, e experimentar novas formas de ensinar e aprender.

#### **4.1.3 Dificuldades encontradas no decorrer da intervenção**

As primeiras dificuldades encontradas no início da intervenção foram em relação à disponibilidade de acesso à *internet* e à adequação da configuração dos navegadores (atualização) nas máquinas do laboratório de informática. Isso

demandou uma burocrática solicitação ao setor de Tecnologia da Informação (TI), uma vez que eram os únicos com acesso administrativo para tal. Este fato acabou atrasando o trabalho inicial e ocasionando estudos em trios ou quartetos e apresentação de seminários, conforme ilustra a Figura 37, na qual se pode ver os alunos explanando sobre as ideias centrais do texto lido pela dupla.

Figura 37 – Apresentação de seminário por um dos grupos

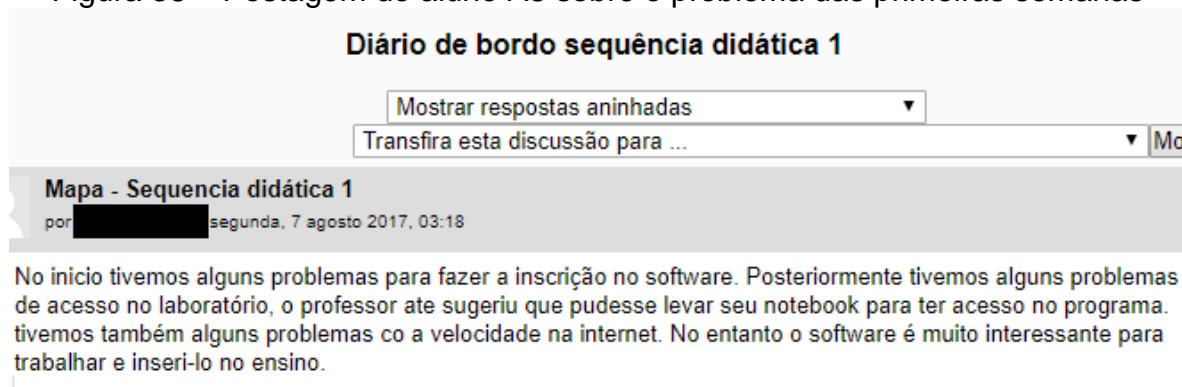


Fonte: Autor, 2017.

Nesse contexto, para dar continuidade às atividades da intervenção da pesquisa nas duas primeiras semanas da pesquisa, contornei o problema no primeiro dia, entregando uma cópia impressa do texto a ser lido, para o grupo. Assim, as produções das atividades de leitura de texto e o desenvolvimento dos seminários em grupo puderam prosseguir, mesmo sem dispormos, naquele momento, da *internet* para acesso ao ambiente dos hipertextos, em que havia proposto as leituras inicialmente.

Quanto a esse fato, conforme a Figura 38, um dos alunos (o aluno A8) registrou, em seu diário de bordo, o seguinte relato, descrevendo a dificuldade de acessar o AVEA no momento inicial, pois alguns navegadores nas máquinas não reconheciam o endereço por motivos de segurança de rede:

Figura 38 – Postagem do aluno A8 sobre o problema das primeiras semanas

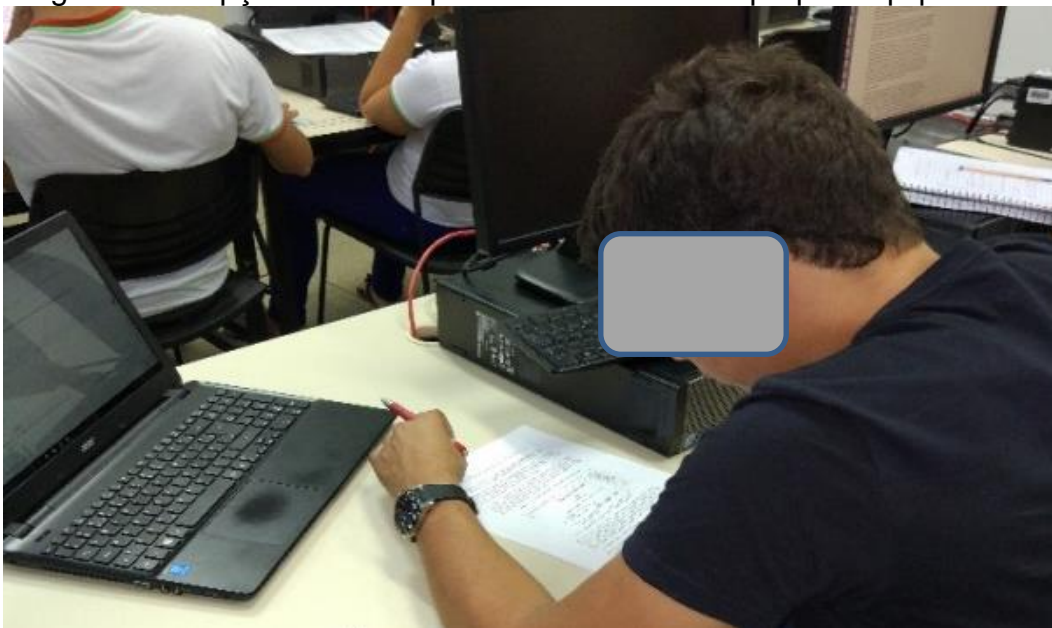


Fonte: Autor, 2017, a partir do AVEA disponível em dmoodle.16mb.br

Outro problema inicial, pouco recorrente após o suporte institucional, foram as instabilidades da *internet* durante o período da intervenção, em especial, no momento em que os alunos precisavam efetivar postagens referentes ao final das sequências didáticas. Algumas delas foram concluídas não presencialmente, e sim, assincronamente, para evitar que o trabalho de postagem dos arquivos das soluções, ou preenchimento dos diários e fóruns, prejudicasse o andamento do processo posterior. Em contrapartida, os alunos puderam explorar um pouco mais o suporte AVEA a distância.

Uma alternativa inicial, diante desse problema, foi sugerir que os alunos trouxessem seus *notebooks* para que pudessem, se necessário, compartilhar minha rede pessoal de dados móveis. No entanto, essa opção não foi necessária posteriormente, pois o problema foi resolvido após a manutenção do laboratório, depois da quarta semana de intervenção. Apesar disso, alguns alunos preferiram continuar usando os próprios equipamentos, conforme se pode ver na Figura 39.

Figura 39 – Opção do aluno por trabalhar com seu próprio equipamento



Fonte: Autor, 2017.

Borba e Penteado (2005) abordam dificuldades como essas em seus estudos e afirmam que são comuns. Em especial, isso ocorre com maior frequência nas escolas públicas da educação básica, conforme aponta relatório da CGU (2015). Além disso, esse relatório descreve que há problemas complexos nos laboratórios de informática dessas escolas, pois nem todas as instituições dispõem de suporte ou coordenadores de laboratório.

Nesse sentido, Borba e Penteado (Ibid.) afirmam que os professores devem ter atenção e preparo para lidar com essas dificuldades, pois, ao contrário, o processo de aprendizagem que desejam alcançar pode ser comprometido. Portanto, segundo esses autores, é preciso planejar e testar previamente o ambiente. Nesse aspecto, descrevo em meu diário uma reflexão relativa ao momento de falha inicial, pois estava confiante de que os recursos estariam funcionando plenamente, mas não foi o que aconteceu no início do processo. Nesse sentido, escrevi:

*PP: Felizmente a dificuldade de conexão foi superada, e também, alertei o setor de TI sobre os possíveis problemas naquele ambiente. Devia ter me precavido, conferindo se realmente as máquinas estavam conectadas com a internet. Tive que sair de minha zona de conforto para dar continuidade ao processo investigativo e refletir ainda mais sobre essa prática.*

Entretanto, a questão que ainda persiste, no meu entender, e que possui estreita relação com os processos empreendidos nesta pesquisa, é que o mundo digital não garante automaticamente uma mudança de atitude do sujeito perante o uso tecnológico para sua aprendizagem, quer seja de conteúdos matemáticos, ou em outras áreas do conhecimento. Os hábitos de consumo desse sujeito, seu entretenimento e a sua cultura baseada nas interações digitais parecem ser mais intensos no mundo fora da educação.

Um bom exemplo disso foi o desequilíbrio que pôde ser observado nesta investigação, quando os discentes manipulavam os recursos informáticos num ritmo acelerado, esperando que a informação estivesse disponível de imediato, pronta e acessível, sem refletirem sobre as melhores soluções para os problemas propostos. Compreendo isso, sob a luz das ideias de Moran, Masetto e Behrens. (2015, p. 57) quando dizem:

É mais atraente navegar, descobrir coisas novas, do que analisá-las, compará-las, separando o que é essencial do acidental, hierarquizando ideias, assinalando coincidências e divergências. Por outro lado, isso reforça uma atitude consumista diante de tantas informações que nos chegam, produzimos e intercambiamos. Ver equivale, na cabeça de muitos, a compreender, e há um certo ver superficial, rápido, guloso, sem o devido tempo de reflexão, de aprofundamento, de cotejamento com outras leituras.

Tal contexto esteve presente na aplicação de algumas das sequências didáticas, em que os alunos não se preocuparam em ler as orientações e incorreram em falhas de registro de sua representação da solução, conforme se observa nos registros das Figuras 40 e 41, com a resposta inconclusiva apresentada pelo aluno A16, e a correta, pelo aluno A12.

Figura 40 – Registro de solução da questão 1 da sequência didática 5 do aluno A16

1º - Inicialmente veja alguns exemplos de Interações para manipulação e resolução de equações lineares e não lineares no SAGE segundo T'abara (2009)<sup>26</sup>.

1 variável:

2 variáveis:

<pre> Sage sage: # Aunque no es necesario damos nombre a las ecuaciones sage: f = (x^2 + 2 == x^3 + x) sage: g = (3*x^2 - 5*x == 8) sage: # Restamos 2 a la ecuacion f sage: f - 2 x^2 == x^3 + x - 2 sage: # Tambien podriamos haber restado x^3 + x sage: f - (x^3 + x) -x^3 + x^2 - x + 2 == 0 sage: # Multiplicamos la ecuacion g por 9 sage: 9 * g 9*(3*x^2 - 5*x) == 72 sage: g / 88 # Ahora la dividimos por 88 (3*x^2 - 5*x)/88 == 1/11 sage: f + g # "Sumamos" las dos ecuaciones 4*x^2 - 5*x + 2 == x^3 + x + 8 sage: f * g # "Multiplicamos" las dos ecuaciones (x^2 + 2)*(3*x^2 - 5*x) == 8*(x^3 + x) sage: f + f # Elevamos al cuadrado ambos miembros (x^2 + 2)^2 == (x^3 + x)^2 </pre>	<pre> Sage sage: var('x,y') (x, y) sage: solve([x + y == 2, x - y == 0], x, y) [[x == 1, y == 1]] sage: solve(x^2 + y == 2, y) # Despejamos u [y == 2 - x^2] sage: solve([x + y == 2, 2*x + 2*y == 4], x, [[x == 2 - r1, y == r1]] sage: # Sage denomina r1 al parametro sage: solve([x^2 + y^2 == 2, 2*x + 2*y == 3], [[x == (3 - sqrt(7))/4, y == (sqrt(7) + 3)/4], [x == (sqrt(7) + 3)/4, y == (3 - sqrt(7))/4]] </pre>
---	--

Conforme exemplos acima, expresse as equações de retas na forma reduzida:  $2x - y = -4$  e  $3x - y = -4$ . Obs.: declare as variáveis com comando var ("..."), com duas aspas em vez de uma do exemplo e descreva o resultado passo a passo.

O resultado para as equações de retas na forma reduzida é obtido através dos comandos mostrados nos módulos acima, expressando cada equação individualmente.

Fonte: Autor, 2017, com base no Aluno A16.

Figura 41 – Registro de solução da questão 1 da sequência didática 5 do aluno A12

1º - Inicialmente veja alguns exemplos de Interações para manipulação e resolução de equações lineares e não lineares no SAGE segundo T'abara (2009)<sup>26</sup>.

1 variável:

2 variáveis:

<pre> Sage sage: # Aunque no es necesario damos nombre a las ecuaciones sage: f = (x^2 + 2 == x^3 + x) sage: g = (3*x^2 - 5*x == 8) sage: # Restamos 2 a la ecuacion f sage: f - 2 x^2 == x^3 + x - 2 sage: # Tambien podriamos haber restado x^3 + x sage: f - (x^3 + x) -x^3 + x^2 - x + 2 == 0 sage: # Multiplicamos la ecuacion g por 9 sage: 9 * g 9*(3*x^2 - 5*x) == 72 sage: g / 88 # Ahora la dividimos por 88 (3*x^2 - 5*x)/88 == 1/11 sage: f + g # "Sumamos" las dos ecuaciones 4*x^2 - 5*x + 2 == x^3 + x + 8 sage: f * g # "Multiplicamos" las dos ecuaciones (x^2 + 2)*(3*x^2 - 5*x) == 8*(x^3 + x) sage: f + f # Elevamos al cuadrado ambos miembros (x^2 + 2)^2 == (x^3 + x)^2 </pre>	<pre> Sage sage: var('x,y') (x, y) sage: solve([x + y == 2, x - y == 0], x, y) [[x == 1, y == 1]] sage: solve(x^2 + y == 2, y) # Despejamos una letra [y == 2 - x^2] sage: solve([x + y == 2, 2*x + 2*y == 4], x, y) : [[x == 2 - r1, y == r1]] sage: # Sage denomina r1 al parametro sage: solve([x^2 + y^2 == 2, 2*x + 2*y == 3], x, y) [[x == (3 - sqrt(7))/4, y == (sqrt(7) + 3)/4], [x == (sqrt(7) + 3)/4, y == (3 - sqrt(7))/4]] </pre>
---	---

Conforme exemplos acima, expresse as equações de retas na forma reduzida:  $2x - y = -4$  e  $3x - y = -4$ . Obs.: declare as variáveis com comando var ("..."), com duas aspas em vez de uma do exemplo e descreva o resultado passo a passo.

1º declare-se as variáveis com o comando Sage var('x,y') em seguida usa-se a função solve(2x-y=-4,y) para encontrar a função em y obtendo o resultado y=2x+4. para a equação 3x-y=-4 obtém-se y=3x+4.

Fonte: Autor, 2017, com base no Aluno A12.



Demonstrações como essa (em particular o registro do aluno A16) mostram a dificuldade dos indivíduos transporem suas linguagens naturais, inerentes ao pensamento, para outros códigos, quer sejam em linguagem matemática ou uma linguagem de programação, como foi executado pelo aluno A12, que usou o comando `solve ( )` para simplificar a equação geral da reta para forma reduzida, conforme Figura 42.

Figura 42 – Registro de solução correta do aluno A12 no sistema *SageMath*

```

1  ▾
2  1  %sage var('x,y')
3  ▾
4  (x, y)
5  ▾
6  1  %sage solve(2*x-y==-4,y)
7  ▾
8  [y == 2*x + 4]
9  ▾
10 1  %sage solve(3*x-y==-4,y)
11 ▾
12 [y == 3*x + 4]
13 ▾
14

```

Fonte: Autor, 2017, como base no SageMath.

Com relação a essa questão, alguns alunos relataram nos seus diários ou fóruns do AVEA, suas dificuldades para manusearem o ambiente *SageMath*:

**A10:** *No desenvolvimento da atividade 4 tive um pouco de dificuldade, pois não tinha o hábito de usar programas com uma linguagem diferente da habitualidade, mas ao passo em que se passava de um item da atividade para outro as coisas foram melhorando.*

**A4:** *foi a sequência que eu mais tive dificuldade em executar. Achei a programação para plotagem do gráfico um pouco complexo.*

**A12:** *Senti dificuldade na execução da atividade, pois o programa tem comandos que requerem atenção. Com isso a tarefa foi demorada, mas exercitando um pouco mais o manuseio do software, chega-se a um resultado animador (grifos meus).*

Apesar das dificuldades expressas pelos alunos nos excertos acima, nos quais destacam o pouco hábito com esse tipo de interação, ou sua complexidade

quanto à sintaxe dos comandos, que exigem máxima atenção, os alunos não desanimaram (como relatam A10 e A12) e isso foi bastante produtivo.

Diante desse contexto, Freire e Valente (2001) afirmam que o contato com o objeto do conhecimento proporciona ao aluno avaliar seus conhecimentos, se são suficientes ou se precisa recorrer a outros, e, nesse cenário, seu engajamento o levará a fazer novas descobertas. No caso de sua interação com o computador, será necessária sempre uma descrição lógica, na linguagem mais adequada, para produzir a solução do problema. Isso não ocorre tão naturalmente, quando se trata de linguagens para interagir com *softwares* e outros artefatos das tecnologias, e exige uma visão mais madura sobre o uso da programação como meio e não como um fim (SANCHO, 2001).

Portanto, acredito ser inevitável considerar as dificuldades num cenário em que os instrumentos tecnológicos estão em ação sob o domínio dos usuários. Computadores, dispositivos móveis, redes, *softwares* e seus sistemas operacionais estão sujeitos a falhas, além de cada uma dessas ferramentas demandar um tempo diferente de assimilação de um sujeito para outro. Porém, estar alerta e dispor de tempo, de recursos humanos e materiais pode permitir que essas dificuldades sejam superadas e, assim, o processo que se pretende desenvolver, quer na área pedagógica ou na área técnica, prossiga em busca de seus objetivos.

#### **4.1.4 Aprendizagens relacionadas com o uso de *softwares* livres de matemática**

Kenski (2014) chama a atenção para a importância das relações e mediações entre professores, alunos, informações e tecnologias, para que, diante do volume de informações que são colocadas à disposição dos sujeitos dentro da sociedade da informação, eles saibam filtrar o que deve permanecer para toda a vida. Segundo essa autora, tal atitude auxilia o sujeito na dinâmica das suas funções cotidianas e o ajuda a implementar ações mais concretas no seu desenvolvimento pessoal e profissional.



Diante disso, o primeiro passo para analisar as aprendizagens partiu do conhecimento proporcionado pelo questionário de conhecimentos prévios. A partir deste, os alunos foram avaliados sob os aspectos da compreensão teórica, pedagógica e técnica do uso de recursos digitais, relacionados em especial aos *softwares* e objetos deste estudo.

Nesse sentido, levantei como hipótese inicial que os alunos dos semestres mais avançados teriam mais habilidade com as tecnologias digitais que os demais menos experientes, visando encontrar um ponto de partida comum para todos os alunos da intervenção. Ao tabular os dados obtidos no questionário inicial referente aos semestres em curso dos alunos e comparar com as pontuações obtidas com os acertos no questionário de conhecimentos prévios, pude elaborar o Quadro 9, que apresento a seguir.

Quadro 9 – Semestre de curso e a pontuação obtida no questionário de conhecimentos prévios

ALUNO	SEMESTRE (x)	PONTUAÇÃO(y)
A1	10	3,8
A2	7	5
A3	8	5
A4	8	5,4
A5	10	3,4
A6	10	3,4
A7	4	4
A9	10	4,2
A10	8	4,6
A11	7	4,2
A12	4	3
A13	8	2,5
A14	8	4,6
A15	8	4,6
A16	4	3,7
A17	5	4,5
A18	8	4,6

Fonte: Autor, 2017.

A primeira análise feita sobre esses dados foi estatística e foi baseada em conceitos de correlação descritos em Martins M. (2009), utilizando o coeficiente de correlação de *Spearman* ( $r_s$ ), que determina a força de correlação entre duas variáveis ordinais. A estatística da correlação é apresentada no Anexo B.

Para facilitar o estudo, o coeficiente de correlação é denotado pela consoante  $r_s$  enquanto seus valores oscilam entre -1 e 1. Ou seja:

- Valores próximos de +1 sugerem forte associação positiva;
- Valores próximos de -1 sugerem forte associação negativa;
- Valores próximos de 0 sugerem possivelmente nenhuma correlação.

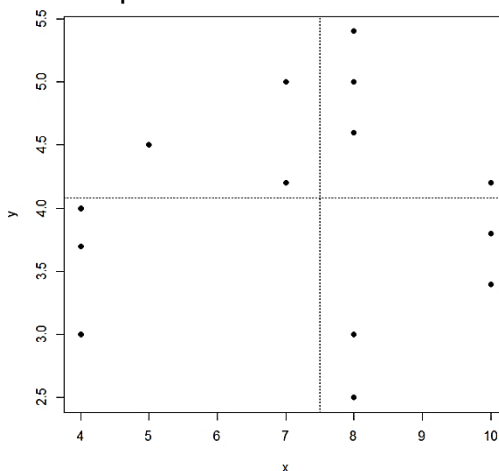
No R-project, o coeficiente de correlação de *Spearman* é calculado facilmente com recurso à função `cor (x,y, method="spearman")`, onde  $x$  e  $y$  representam os pares de dados relativos à segunda e terceira coluna do Quadro 9 (os dados são Calculados em função dos seus postos convertidos automaticamente pelo algoritmo), evitando as restrições impostas a outros testes de correlação, como, por exemplo, a correlação de Pearson que se adequa melhor com a probabilidade normal e  $n > 30$ .

O valor foi calculado a partir desses dados, após aplicar o comando do R a seguir:

```
cort(x,y, ,method ="spearman")
-0.03894637
```

O resultado da correlação para o conjunto de dados do Quadro 9 foi  $r_s = -0.03894637$ , indicando uma ínfima relação entre os semestres e o desempenho inicial no questionário prévio. Apresento, na sequência, na Figura 43, o gráfico de dispersão resultante dos dados relacionados com as duas últimas colunas do referido quadro (semestre e pontuação).

Figura 43 – Dispersão dos dados relativos ao semestre cursado ( $x$ ) versus desempenho no questionário de conhecimento prévio ( $y$ )

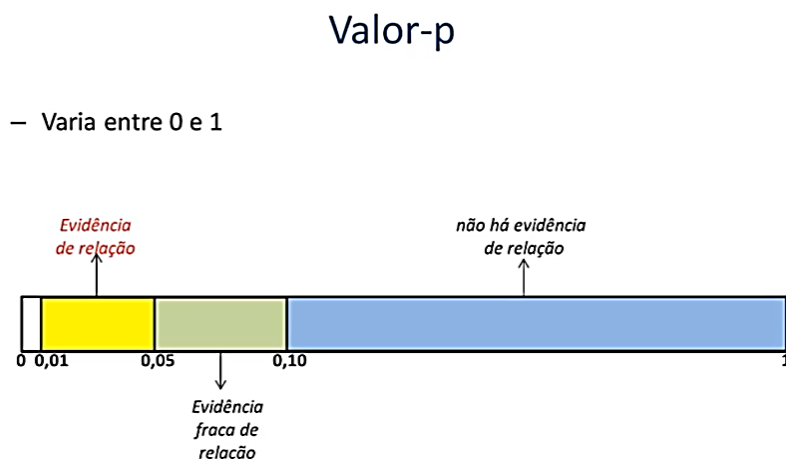


Fonte: Autor, 2017.

Para reforço desse resultado, pode-se aplicar um teste de correlação que avalia a probabilidade p-valor, definindo com 5% de significância, se a correlação é significativa ( $p < 0,05$ ) ou não significativa ( $p > 0,05$ ), conforme descrito por Martins G. (2008), e interpretada geometricamente com auxílio da Figura 44. A seguir explicito o resultado do teste aplicado como o comando `cor.test ( )`, onde obteve-se  $p = 0,8781$ .

```
cor.test(x,y, alternative ="two.sided",method ="spearman")
Spearman's rank correlation rho
data: x and y
S = 1006.7, p-value = 0.8781
alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
sample estimates:
rho
-0.03894637
```

Figura 44 – Relação do p-valor no teste de *Spearman*



Fonte: Statmeup, 2014, disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=BWtwzwqmgx8&t=263s>.

O resultado que foi encontrado anteriormente revela que não há evidências significativas de uma correlação entre as variáveis envolvidas. A interpretação estatística sobre esses resultados me leva a inferir que o grupo de alunos tende a uma homogeneidade de saberes iniciais, relacionados no questionário de conhecimentos prévios, nos temas: Tecnologia educacional, *Softwares* livres de matemática, *Calc* e *SageMath*. Além de obterem média do grupo em torno de 4,15 com média máxima 5,4 e média mínima 2,5, não houve destaque quando se tratou estar ou não num semestre mais avançado.

A partir desse princípio estatístico, pode determinar numericamente os avanços desse grupo em relação à aprendizagem, pressupondo que todos apresentaram de início as mesmas condições para o desenvolvimento das atividades. É claro que não quero afirmar com isso que existe igual equivalência nos saberes, habilidades e competências individuais, pois a complexidade dessa questão exigiria estudos além do que foi proposto nesta pesquisa. Nesse sentido, para ilustrar contextos desse desenvolvimento, pode-se observar, na Figura 45, algumas soluções dadas que expressam essas situações nas quais os alunos demonstraram o nível primário de conhecimento sobre *softwares* livres de matemática:

Figura 45 – Conjunto de quatro repostas dos alunos A6, A18, A1, A17, respectivamente, da questão 4 do questionário de conhecimentos prévios

#### A6

4) Quais dos *softwares* abaixo representa um software livre de matemática?  
☒ Winplot ☒ Maple ☒ Calc ☒ Geogebra ☐ Excel ☐ Matlab

#### A18

4) Quais dos *softwares* abaixo representa um software livre de matemática?  
☒ Winplot ☐ Maple ☐ Calc ☒ Geogebra ☐ Excel ☐ Matlab

#### A1

4) Quala dos *softwares* abaixo representa um software livre de matemática?  
☒ Winplot ☐ Maple ☐ Calc ☒ Geogebra ☐ Excel ☐ Matlab

#### A17

4) Quais dos *softwares* abaixo representa um software livre de matemática?  
☐ Winplot ☐ Maple ☐ Calc ☒ Geogebra ☐ Excel ☒ Matlab

Fonte: Autor, 2017.

Considerando essa questão, houve apenas 50% (9/18) de respostas satisfatórias e 50% distribuídas como parcialmente ou insatisfatórias. No caso acima, as respostas dos alunos A6 e A17 foram consideradas parcialmente satisfatórias, pois relacionam equivocadamente os *softwares* *Maple* e *Matlab* como *softwares* livres de matemática, assim como as respostas dos alunos A18 e A1, pois *Geogebra* é um *software* livre, porém o *Winplot* é apenas *freeware*, ou seja, apesar de não ter custos e restrições para ser usado, não disponibiliza seu código fonte para alterações e aperfeiçoamento coletivo. É comum confundir o *freeware* com o livre, mas são duas coisas diferentes, segundo Campos (2006).

Com relação ao mesmo questionário de conhecimentos prévios, verifiquei uma tendência que se confirmou como um “saber” representativo do grupo de alunos: sua familiaridade com os símbolos relacionados com a planilha eletrônica *Calc*. Nas Figuras 46 e 47, adiante, represento parte do que foi verificado no questionário, em que, aproximadamente, 78% (14/18) descreveram corretamente os comandos algébricos relativos à questão 7.

Figura 46 – Exemplo de respostas, dos alunos A2 e A15, respectivamente, da questão 7 do questionário de conhecimentos prévios

7) Em cada caso abaixo, rescreva as fórmulas usando operadores como os do quadro ao lado.

**A2**

a) $(x+y)^3$	+ (sinal de adição) Adição	=(3+3)
b) $w = zxy + zy^2$	- (sinal de subtração) Subtração	=(3-1)
c) $(x+y)^3 \sqrt{x+y}$	* (asterisco) Multiplicação	=(3*3)
d) $p = \frac{zxy + zy^2}{x+y}$	/ (sinal de divisão) Divisão	=(3/3)
e) $q = x^2 - 7x + 16$	% (sinal de porcentagem) Porcentagem	=(20%)
	^ (acento circunflexo) Exponenciação	=(3^2)
	= (sinal de igual) Igual a	=(A1=B1)
	> (sinal de maior que) Maior que	=(A1>B1)
	< (sinal de menor que) Menor que	=(A1<B1)
	<> (sinal de menor e maior que) Diferente	=(A1<>B1)
	<= (sinal de menor e igual) Menor ou igual	=(A1<=B1)
	>= (sinal de maior e igual) Maior ou igual	=(A1>=B1)

a)  $(x+y)^3$   
 b)  $w = z \cdot x \cdot y + z \cdot y^2$   
 c)  $(x+y)^3 \cdot \sqrt{x+y}$   
 d)  $p = (z \cdot x \cdot y + z \cdot y^2) / (x+y)$   
 e)  $q = x^2 - 7 \cdot x + 16$

Fonte: Autor, 2017.

Figura 47 – Exemplo de respostas, dos alunos A2 e A15, respectivamente, da questão 7 do questionário de conhecimentos prévios

7) Em cada caso abaixo, rescreva as fórmulas usando operadores como os do quadro ao lado.

**A15**

a) $(x+y)^3$	+ (sinal de adição) Adição	=(3+3)
b) $w = zxy + zy^2$	- (sinal de subtração) Subtração	=(3-1)
c) $(x+y)^3 \sqrt{x+y}$	* (asterisco) Multiplicação	=(3*3)
d) $p = \frac{zxy + zy^2}{x+y}$	/ (sinal de divisão) Divisão	=(3/3)
e) $q = x^2 - 7x + 16$	% (sinal de porcentagem) Porcentagem	=(20%)
	^ (acento circunflexo) Exponenciação	=(3^2)
	= (sinal de igual) Igual a	=(A1=B1)
	> (sinal de maior que) Maior que	=(A1>B1)
	< (sinal de menor que) Menor que	=(A1<B1)
	<> (sinal de menor e maior que) Diferente	=(A1<>B1)
	<= (sinal de menor e igual) Menor ou igual	=(A1<=B1)
	>= (sinal de maior e igual) Maior ou igual	=(A1>=B1)

a)  $(x+y)^3$       b)  $w = z \cdot x \cdot y + z \cdot y^2$   
 c)  $(x+y)^3 + (x+y)^{\frac{1}{2}}$       d)  $(z \cdot x \cdot y + z \cdot y^2) / (x+y)$   
 e)  $q = x^2 - 7 \cdot x + 16$

Fonte: Autor, 2017.

Nessa questão, o foco está na representação adequada das expressões polinomiais nas células do *Calc*, para tal precisaram considerar a ordem das operações e os símbolos reconhecidos pelo programa, utilizando para tal parênteses ou colchetes e seus operadores básicos (+, -, /, \*, ^). Na Figura 46 verifica-se que o aluno A2 responde de forma parcialmente satisfatória, pois, no item c, a escrita do radical seguiu a escrita matemática normal, quando deveria seguir o modelo predeterminado de escrita (expresso ao lado das expressões), usando o acento circunflexo (^) que exprime a potência na planilha eletrônica. Já o segundo aluno, A15, na Figura 47, desenvolve sua escrita simbólica de forma satisfatória.

Nesse contexto, o desenvolvimento das atividades de intervenção teve uma evolução quantitativa e qualitativa com relação aos aspectos subjetivos da aprendizagem, com destaque para as atividades desenvolvidas com a mediação da ferramenta *Calc* (sequências didáticas 2 e 3), em que os alunos relataram maior prazer no fazer. O aluno A4, por exemplo, descreve: “esse atividade do *Calc* é na minha opinião, o trabalho mais prazeroso de se fazer. Criar e organizar uma planilha de gastos é muito útil nos dias atuais e eu não tinha noção de como se fazer uma”.

Além disso, a etapa inicial do *SageMath* (sequência didática 4) também produziu um sentimento de satisfação. Sobre isso, o aluno A1 escreve: “gostei muito, faz tudo que outro *software* de computação algébrica ou cálculo numérico faz, e o bom é que não precisa instalar no computador, é tudo online, gostei muito e quero poder aprender mais para utilizar mais vezes”. Já outro aluno, o A16, também descreve: “esse aplicativo é muito interessante para utilização em sala de aula. apesar de ser um pouco complicado, por conta da necessidade de conhecer alguns comandos, depois de um pouco de prática é possível manipular o aplicativo de forma lucrativa”. Assim, mesmo admitindo que a linguagem do *SageMath* exige um esforço maior de assimilação que o *Calc*, ensinam querer aprender mais sobre ele.

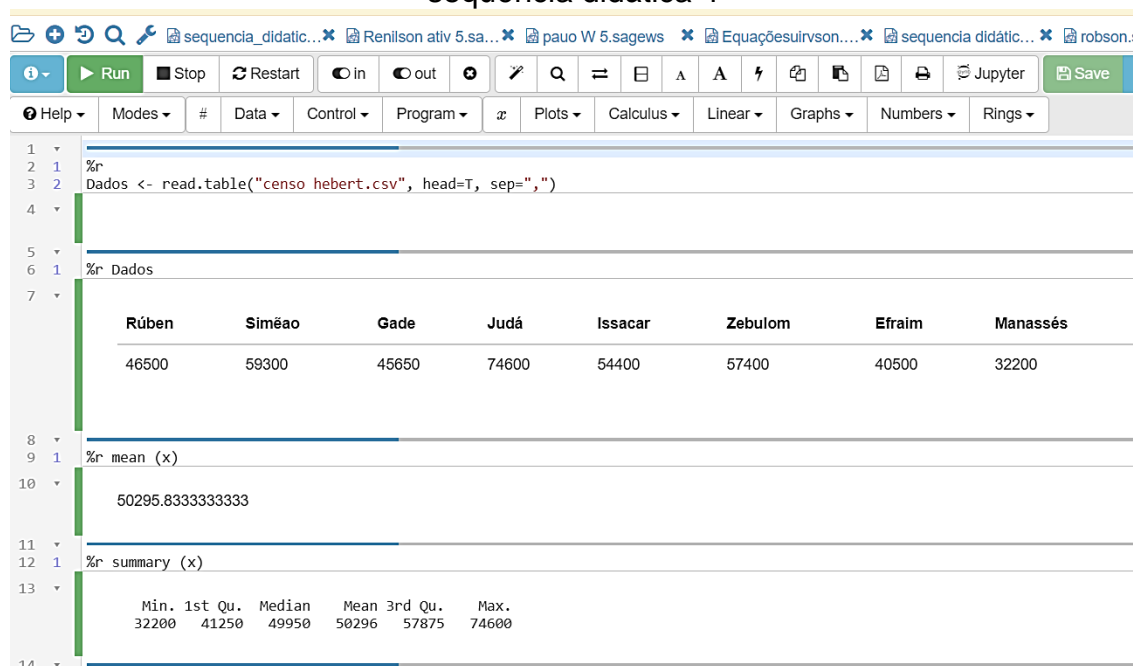
A dificuldade descrita pelo aluno A16, pode estar relacionado papel fundamental que a matemática possui na área da programação, que se inicia desde sua estrutura básica, a partir da escrita e operacionalização com símbolos binários, seguindo para aplicações complexas, tais como, utilização da álgebra linear, matizes, geometria analítica e trigonometria na computação gráfica ou álgebra relacional em banco de dados, algoritmos, estrutura de dados, etc., entre outras.

Devo ressaltar que o conceito herdado da Matemática, a “lógica matemática”, é essencial na programação, pois é ela que influencia os passos do ato de programar, tais como: focar no objetivo a ser atingido; fragmentar o problema em problemas menores; construir uma árvore de ações, decisões, repetições e condições para alcançar o objetivo; verificar se resultado é satisfatório (CRUZ, 2014).

Ao observar os passos descritos anteriormente, verifico uma equivalência com o caminho para a construção das soluções matemáticas de uma determinada situação problema. Possivelmente, a conexão entre as duas áreas (Matemática e Programação de Computadores) vai além da linguagem simbólica, códigos e algoritmos, mas reflete numa forma de pensamento que exige dos sujeitos raciocínio lógico-matemático e dedicação aos estudos. Por consequência, Papert (1994) e Resnick (2009), acreditam que os benefícios de aprendizagem nessas duas áreas do conhecimento podem ser recíprocos.

No caso da sequência didática 4, suas atividades propostas exigiram menos lógica de programação e mais interação com elementos simbólicos e algébricos, próximos das condições encontradas no *Calc*, conforme se pode verificar nos resultados obtidos pelo aluno A11 na Figura 48, para a última parte da questão 6 que solicitava o seguinte: “trabalhar com os dados da tabela de recenseamento, desenvolvida na sequência didática 2 e localizada na pasta C:\pesquisa SAGE. Use o SageMath para desenvolver os gráficos estatísticos e as medidas de posição, separatrizes e de dispersão relativos aos dados dessa tabela”.

Figura 48 – Exemplo de respostas do aluno A11, na parte final da questão 6 da sequência didática 4



Autor, 2017, como base no SageMath.

Nessa solução, o aluno usou o comando `read.table( )` para exportar os dados da planilha `censo.csv` e, a partir daí, deu início aos cálculos da estatística descritiva solicitados na questão. Inclusive, de imediato, ele utilizou o comando `mean ( )`, para encontrar a média aritmética e o comando `summary ( )`, que sintetizou as medidas separatrizes, representadas pelos Quartis, os valores máximo e mínimo dos dados e a média dos mesmos. Tais informações, além de expressarem os percentuais que subdividem as variáveis em partes de 25%, 50% e 75%, facilitando o rápido acesso proporcional dados dentro do “Rol”, também são base para representação do gráfico boxplot ou diagrama de caixas. Tal diagrama foi discutido no decorrer da intervenção apenas de forma expositiva, complementado a abordagem proposta na sequência didática.

Nesse contexto, apresento uma síntese dos resultados quantitativos da avaliação realizada sobre quatro das seis atividades desenvolvidas. Ressalto que as atividades 1 e 3 foram avaliadas apenas qualitativamente. Optei por não atribuir pontuação, diferentemente das primeiras citadas, pois essas atividades apresentaram características mais subjetivas no seu produto final: um Seminário e uma planilha de orçamento financeiro que seguiu a sequência didática, mas foi personalizada ao gosto de cada um.



A seguir, no Quadro 10, verifica-se uma síntese descritiva dos resultados quantitativos dos instrumentos mensuráveis, com base nos pontos contabilizados para cada aluno. As atividades destacadas nesse quadro, são aquelas que foram avaliadas quantitativamente, gerando uma pontuação para cada aluno no decorrer da intervenção, e em função do número de acertos totais e parciais obtidos.

As atividades foram: o questionário de conhecimentos prévios (S0); a sequência didática 2 envolvendo o *Calc* (S2); a sequência didática 4 envolvendo o *SageMath* (S4) e a sequência didática 5 envolvendo o *SageMath* (S5).

Quadro 10 – Média de pontos obtidos por aluno nas atividades S0, S2, S4 e S5

ALUNO	S0	S2	S4	S5
A1	3,8	7,5	6,7	5,0
A2	5,0	6,7	7,5	6,7
A4	5,4	6,7	9,2	5,8
A5	3,4	7,5	8,3	6,7
A6	3,4	8,3	7,5	5,8
A7	4,0	7,5	9,2	5,0
A9	4,6	7,5	8,3	5,0
A10	4,2	8,3	8,3	5,8
A11	3,0	6,7	9,2	5,0
A12	2,5	5,0	7,5	3,3
A13	4,6	6,7	7,5	5,8
A14	4,6	5,8	8,3	4,2
A15	3,7	5,8	8,3	5,8
A16	4,5	7,5	8,3	5,8
A17	4,6	8,3	8,3	5,8
A18	3,0	6,7	8,3	6,7

Fonte: Autor, 2017.

Com base nesses números, efetivei a aplicação do comando “Estatística Descritiva” do menu do *Calc* “Dados”, que resultou na síntese apresentada no Quadro 11.

Quadro 11 – Síntese descritiva dos resultados quantitativos obtidos no quadro instrumentos mensuráveis

Q. Conhecimentos Prévios (S0)		Sequência didática CALC 2 S(2)		Sequência didática SAGE 4 S(4)		Sequência didática SAGE 5 S(5)	
Média	<b>4,15</b>	Média	<b>7,0</b>	Média	<b>8,2</b>	Média	<b>5,5</b>
Erro padrão	0,18652	Erro padrão	0,24019	Erro padrão	0,17378	Erro padrão	0,26318
Modo	4,6	Modo	6,7	Modo	8,3	Modo	5,8
Mediana	<b>4,2</b>	Mediana	<b>7,1</b>	Mediana	<b>8,3</b>	Mediana	<b>5,8</b>
Primeiro quartil	3,7	Primeiro quartil	6,7	Primeiro quartil	7,5	Primeiro quartil	5
Terceiro quartil	4,6	Terceiro quartil	7,5	Terceiro quartil	8,3	Terceiro quartil	5,8
Variância	0,59140	Variância	0,92303	Variância	0,48322	Variância	1,10822
Desvio padrão	<b>0,76902</b>	Desvio padrão	<b>0,96075</b>	Desvio padrão	<b>0,69514</b>	Desvio padrão	<b>1,05272</b>
Curtose	-0,1483	Curtose	-0,18938	Curtose	0,10033	Curtose	3,35287
Inclinação	-0,5173	Inclinação	-0,42301	Inclinação	-0,39687	Inclinação	-1,52090
Intervalo	2,9	Intervalo	3,3	Intervalo	2,5	Intervalo	4,2
Mínimo	<b>2,5</b>	Mínimo	<b>5</b>	Mínimo	<b>6,7</b>	Mínimo	<b>2,5</b>
Máximo	<b>5,4</b>	Máximo	<b>8,3</b>	Máximo	<b>9,2</b>	Máximo	<b>6,7</b>
Soma	70,5	Soma	112,5	Soma	130,8	Soma	87,5
Contagem	17	Contagem	16	Contagem	16	Contagem	16

Fonte: Autor, 2017.

Ao analisar os dados, pude verificar as médias gerais obtidas em cada uma das atividades, com destaque para as sequências didáticas 2 e 4 que tiveram as maiores médias gerais - 7,0 e 8,2 -, contra 5,5 da sequência didática 5, que ainda conseguiu índice maior que o questionário de conhecimentos prévios que ficou com uma média geral de 4,1. Porém, olhar esses números apenas pelo ponto de vista da média, pode não trazer informações relevantes sobre o desenvolvimento dessas atividades. Para isso, passo a usar a estatística para auxiliar melhor nesse quesito. Pode-se observar, por exemplo, o coeficiente de variação dessas atividades: o mesmo é dado por  $Cv = 100 \cdot \frac{s}{\bar{X}}$ .

Como resultado para esse coeficiente obtive os seguintes resultados: para questionário de conhecimentos prévios, 18,54%; para sequência didática 2, 13,66%; para sequência didática 4, 8,50%; e, por último, para sequência didática 5, 19,25%. Tais resultados evidenciam que houve maior homogeneidade nas médias dos alunos na sequência didática 4, ou seja, suas médias individuais estavam mais próximas da média geral do grupo, o que não ocorreu nos casos do questionário de conhecimentos prévios e na sequência didática 5, que tiveram números indicando

alta dispersão em torno da média geral. A variação na sequência didática 2 foi moderada e também indica uma baixa dispersão.

Visando dar mais significado aos números e representações já apresentados e relacionados com as estatísticas descritivas do Quadro 11, anterior, procurei uma forma de analisar se os resultados quantitativos dos instrumentos, no decorrer do tempo, teriam algum efeito significativo em comparação aos diversos tratamentos desenvolvidos (diferentes instrumentos usados para interagir com os conteúdos). Em suma, procurei inferir segundo princípios estatísticos descritos por Martins, M. (2009), Downing e Clark (2012) e Pohlert (2016), escolhendo o Teste de Friedman.

Assim, evitei restrições estatísticas geradas por métodos paramétricos, que utilizam médias, desvios, etc., e conseqüentemente, necessitam satisfazer uma variedade de condições probabilísticas para efetivação das estatísticas. No caso desse teste, assume pouca ou nenhuma hipótese sobre a distribuição de probabilidade da população da qual foram retirados os dados, pois estes são vistos de forma ordenada em função dos postos que ocupam (Igualmente ocorreu com a correlação de Spearman). Na Figura 49, verifica-se o comparativo entre essas duas visões da estatística.

Figura 49 – Comparativo das análises estatísticas paramétricas e suas alternativas não paramétricas

Paramétrico	Não-Paramétrico
Coeficiente de Pearson para Correlação	Coeficiente de Spearman para Correlação
Teste-t 1 Amostra	Teste de Wilcoxon 1 Amostra
Teste-t Pareado	Teste de Wilcoxon Pareado
Teste-t 2 Amostras	Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney Amostras Independentes
ANOVA	Teste de Kruskal-Wallis
ANOVA experimento fatorial em blocos	Teste de Friedman

Fonte: Portal action, (2015?), com base em [www.portalaction.com.br/tecnicas-nao-parametricas](http://www.portalaction.com.br/tecnicas-nao-parametricas)

Portanto, ao aplicar o teste ao conjunto de dados do Quadro 12, obtidos pelo quantitativo de acertos por atividade e vinculados aos mesmos dados numéricos do Quadro 10, foi possível determinar, com 5% de significância, quais os instrumentos

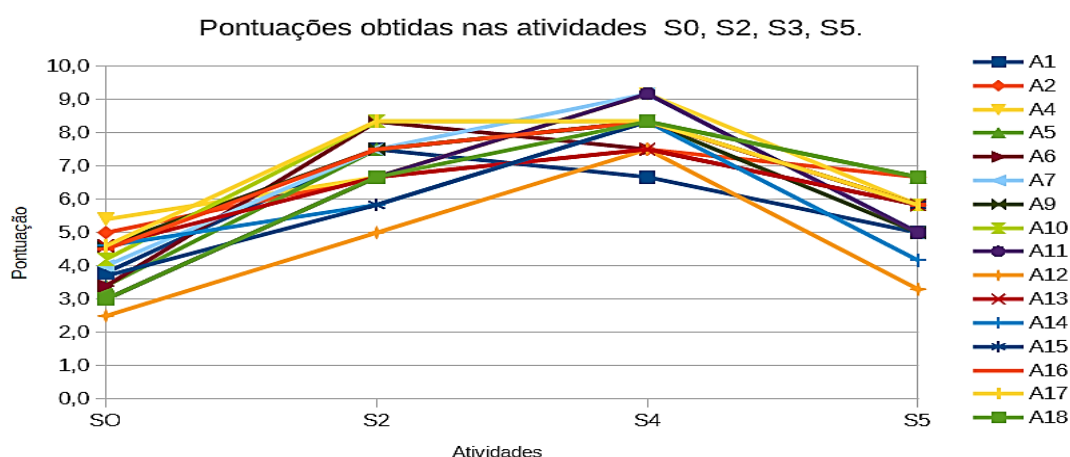
tiveram significativas diferenças em relação ao seu desenvolvimento no decorrer do período da intervenção. Nesse caso, optei pelo R-project para dinamizar a estatística. Os detalhes estatísticos do teste se encontram no Anexo C.

Quadro 12 – Total de acertos nos quatro instrumentos S0, S2, S4 e S5

ALUNO	S0(12 questões)	S2 (6 questões)	S4 (6 questões)	S5 (6 questões)
A1	4,5	4,5	4,0	3,0
A2	6,0	4,0	4,5	4,0
A4	6,5	4,0	5,5	3,5
A5	4,0	4,5	5,0	4,0
A6	4,0	5,0	4,5	3,5
A7	5,0	4,5	5,5	3,0
A9	5,5	4,5	5,0	3,0
A10	5,0	5,0	5,0	3,5
A11	3,5	4,0	5,5	3,0
A12	3,0	3,0	4,5	2,0
A13	5,5	4,0	4,5	3,5
A14	5,5	3,5	5,0	2,5
A15	4,0	3,5	5,0	3,5
A16	5,5	4,5	5,0	3,5
A17	5,5	5,0	5,0	3,5
A18	3,5	4,0	5,0	4,0

Fonte: Autor, 2017.

Figura 50 – Quantitativo de pontos e acertos por atividades S0, S2, S4 e S5



Fonte: Autor, 2017.

Os dados da Figura 50 estão relacionados aos dados do Quadro 10 e Quadro 12 e foram organizados no *Calc* para melhor observação dos dados. Verifiquei variação crescente dos pontos obtidos por atividade no primeiro gráfico.

A análise dos dados no gráfico da Figura 51 deve ser entendida como uma variação da quantidade de acertos, pela quantidade de questões em cada atividade, sua visualização no plano cartesiano com uma marcação vermelha (X), representa onde está a média de acertos naquela referida atividade.

Já os *Boxplot* apresentados mostram que entre os pares de atividades a seguir, houve diferenças significativas durante o processo. O mais significativos foram:

- Questionário prévio - Q. PRÉVIO (S0) e sequência didática 5 - S.SAGE - B (S5);
- Sequência didática 2 - S.CALC (S2) e sequência didática 5 - S.SAGE - B (S5);
- Sequência didática 4 - S.SAGE - A (S4) e sequência didática 5 - S.SAGE - B (S5).

Tais resultados, quando comparados no todo, indicam que as variações das atividades influenciaram nas variações ocorridas internamente no processo. Isso significa, na teoria, rejeitar Hipótese nula com 5 % de significância:

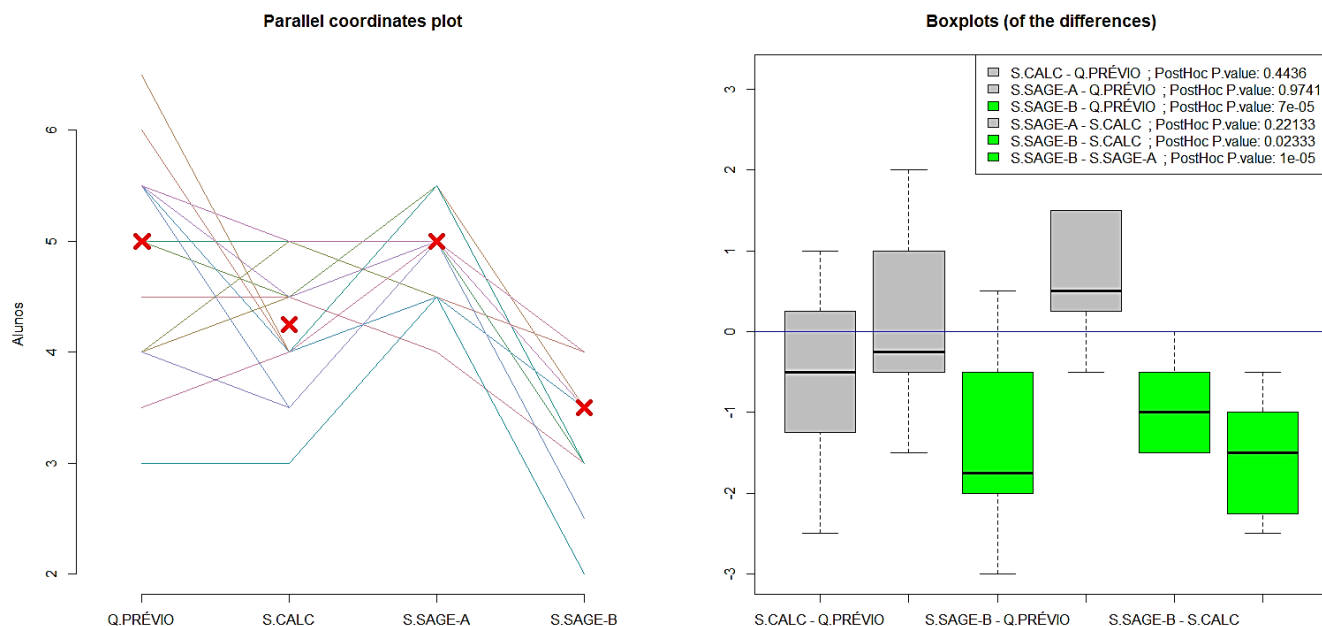
$H_0$ : Os diversos tipos de atividade não têm efeito diferencial ( $p\text{-valor} > 0,05$ ).

$H_1$ : Os diversos tipos de atividade têm efeito diferencial ( $p\text{-valor} < 0,05$ ).

Na prática, isso indica uma correlação positiva entre a variabilidade de atividades e as evoluções quantitativas das médias dos alunos que foram analisadas descritivamente na Tabela 2, favorecendo, a princípio, as atividades com melhor desempenho.

Entretanto, quanto aos comparativos uma a uma, os pares que se destacaram pela diferenciação, de forma significativa, segundo o teste, foram os pares de atividades S0 e S5; S2 e S5 e S4 e S5. Nesse caso, pode-se inferir que a evolução dos resultados do primeiro, comparados com o segundo, ou vice-versa, foi significativa.

Figura 51 – Análise estatística dos resultados obtidos nas atividades S0, S2, S4 e S5, por meio do Teste de Friedman



Fonte: Autor, 2017.

O código para efetivar o teste com linguagem R foi o seguinte:

```
### Comparação de quatro atividades didáticos (Q.PRÉVIO", "S.CALC",
"S.SAGE-A", "S.SAGE-B)
TipoTestando <- data.frame(
+   Alunos = c(4.5, 4.5, 4.0, 3.0,
+             6.0, 4.0, 4.5, 4.0,
+             6.5, 4.0, 5.5, 3.5,
+             4.0, 4.5, 5.0, 4.0,
+             4.0, 5.0, 4.5, 3.5,
+             5.0, 4.5, 5.5, 3.0,
+             5.5, 4.5, 5.0, 3.0,
+             5.0, 5.0, 5.0, 3.5,
+             3.5, 4.0, 5.5, 3.0,
+             3.0, 3.0, 4.5, 2.0,
+             5.5, 4.0, 4.5, 3.5,
+             5.5, 3.5, 5.0, 2.5,
+             4.0, 3.5, 5.0, 3.5,
+             5.5, 4.5, 5.0, 3.5,
+             5.5, 5.0, 5.0, 3.5,
+             3.5, 4.0, 5.0, 4.0),
+   Instrumento = factor(rep(c("Q.PRÉVIO", "S.CALC", "S.SAGE-A",
+S.SAGE-B"), 16)),
+   Taster = factor(rep(1:16, rep(4, 16))))

with(TipoTestando, boxplot( Alunos ~ Instrumento )) # boxploting
friedman.test.with.post.hoc(Alunos ~ Instrumento | Taster,
TipoTestando)# the same with our function. with post hoc, and cool plots
```

O resultado do comando é:

```
$Friedman.Test
  Asymptotic General Symmetry Test
data: Alunos by
      Instrumento (Q.PRÉVIO, S.CALC, S.SAGE-A, S.SAGE-B)
      stratified by Taster
maxT = 4.7535, p-value = 1.023e-05
alternative hypothesis: two.sided
$PostHoc.Test
S.CALC - Q.PRÉVIO    4.435987e-01
S.SAGE-A - Q.PRÉVIO  9.741018e-01
S.SAGE-B - Q.PRÉVIO  6.895523e-05
S.SAGE-A - S.CALC    2.213251e-01
S.SAGE-B - S.CALC    2.332583e-02
S.SAGE-B - S.SAGE-A  1.200219e-05
$Friedman.Test
### classical global test
friedman_test(Alunos ~ Instrumento | Taster, data = TipoTestando)
  Asymptotic Friedman Test
data: Alunos by
      Instrumento (Q.PRÉVIO, S.CALC, S.SAGE-A, S.SAGE-B)
      stratified by Taster
chi-squared = 27.725, df = 3, p-value = 4.149e-06
```

O valor encontrado no teste clássico de Friedman, conforme código implementado acima em R e com estatística baseada no Qui-quadrado, foi  $p\text{-value} = 4.149\text{e-}06$  ( $p < 0,05$ ), que garantiu a rejeição da hipótese  $H_0$ , e que afirma que há diferença entre os tratamentos (atividades), logo, os efeitos dessas diferenças podem estar correlacionados aos avanços produzidos pelos mesmos e observados no primeiro gráfico da Figura 50, apresentada anteriormente.

Ressalto que, como se trata de um teste estatístico, não viso avaliar o nível ou percentual de aprendizagem dos alunos, apenas analisar o quanto o desenvolvimento da atividade didática afeta os números. Porém, basta olhar para os fatos, as evidências e atitudes dos alunos, para concluir sobre o que realmente ficou de aprendizagem. Em alguns dos meus registros no diário virtual, descrevi:

*PP: Houve muitos momentos em que os diálogos dos alunos construíram uma ponte entre o teórico e a realidade, um destes foi quando um dos alunos me disse empolgado “professor hoje eu fiz um sensor com Arduino para marcar temperaturas de uns espaços da granja onde trabalho, eu via o trabalho que dava aquilo de marcar a cada período de tempo aquelas temperaturas, aí comecei pensar sobre o problema, e isso tem estreita*

*relação com nossos encontros, **sobre a questão do uso eficiente das tecnologias no ensino e na vida da gente**”...*

*PP: Hoje é o penúltimo dia de intervenção e um aluno me surpreendeu com uma declaração “professor quando começamos a atividade eu não vi muito propósito nesse processo, fiquei desestimulado, pois esperava outra coisa no ensino da disciplina, mas hoje vejo que eu **despertei atenção algumas possibilidades com tecnologia e como professor que não pensava antes, estava errado quando não acreditei nisso!**” (grifos meus).*

O primeiro depoimento que deixei registrado foi dado pelo aluno A2, que expressou sua reflexão sobre as conexões entre o que se estuda e que é aplicado na sociedade. Nesse contexto, ele pôde ver como um conhecimento tecnológico (não relacionado diretamente com o nosso caso) podia resolver um problema específico do seu trabalho, favorecendo, conseqüentemente, o apreço por buscar novos saberes tecnológicos. O segundo depoimento, dado pelo aluno A12, retrata a visão limitada, de muitos professores acerca do processo de ensino, que os mantém presos num modelo tradicional, fechados à inovação e novas formas de interagir com o objeto da aprendizagem.

Corroborando essas reflexões, Moran, Masetto e Behrens (2013) dizem que as mudanças no processo educativo também dependem dos alunos. Segundo os autores, alunos curiosos e motivados facilitam enormemente a aprendizagem, pois estimulam os professores, tornam-se interlocutores lúcidos e parceiros do professor em sala de aula. Assim, não só aprendem como ensinam; e o professor não só ensina como também aprende. Além disso, os autores ainda afirmam que:

*De tudo, de qualquer situação, leitura ou pessoa, podemos extrair alguma informação ou experiência que nos pode ajudar ampliar o nosso conhecimento, para confirmar o que já sabemos, para rejeitar determinadas visões de mundo, para incorporar novos pontos de vista (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2013, p.27).*

Os aspectos quantitativos e qualitativos apresentados até aqui, e que norteiam os resultados de aprendizagem, são melhor compreendidos quando se vê aquilo que foi construído de concreto. Essa valorização do concreto é defendida por Papert (1994) em oposição ao que ele chama de supervalorização do abstrato, que, segundo o autor, é um obstáculo que precisa ser superado na educação matemática. Nesse sentido, algumas atividades sugerem que novos saberes foram



construídos de forma concreta, expressos principalmente por suas representações escritas, visuais e pelos objetos construídos, tais como, os *slides* dos seminários, as planilhas de orçamento familiar e os *scripts* do *SageMath*. Tudo isso ocorreu como consequência das interações dos alunos com as ferramentas digitais propostas, com o professor e com os outros alunos. Portanto, o que cabe é apresentar tais elementos como indícios dessa aprendizagem.

Uma das atividades em que os alunos mais manifestaram satisfação foi a construção da planilha de orçamento doméstico familiar. Ao realizar a atividade os alunos puderam mobilizar conhecimentos matemáticos prévios e assimilar outros novos, relacionados em especial, com operações aritméticas e funções do *Calc*, que necessitaram ser aplicadas para tornar o trabalho mais dinâmico. Além disso, outras questões foram emergindo no decorrer do desenvolvimento da planilha, como por exemplo: noções de finanças envolvendo: receitas e despesas, controle de gastos e economia de recursos financeiros, e todas elas foram discutidas e assimiladas a partir da mediação e colaboração de todos. Nessa ocasião, eles puderam brincar, moldando a estrutura da planilha proposta na sequência didática para suas particularidades familiares e outras escolhas de formatação e visualização, conforme podem ser vistos nas Figuras 52 e 53.

Figura 52– Representação da planilha do orçamento produzido pelo aluno A12

1	<b>Planilha Orçamento 2017</b>					
2		Receitas				
3		Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
4						
5	Salário	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00	R\$ 1.340,00
6	Salário 2	R\$ 1.600,00	R\$ 1.600,00	R\$ 1.600,00	R\$ 1.600,00	R\$ 1.700,00
7	Rendimentos Conta	R\$ 59,00	R\$ 59,00	R\$ 59,00	R\$ 61,00	R\$ 59,00
8	Aluguel	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00
9	Outros Rendimentos	R\$ 47,00	R\$ 47,00	R\$ 47,00	R\$ 47,00	R\$ 47,00
10	Receita Total	R\$ 3.206,00	R\$ 3.206,00	R\$ 3.206,00	R\$ 3.208,00	R\$ 3.446,00
11		Despesas				
12		Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
13	MORADIA					
14	Conta de Luz	R\$ 52,00	R\$ 64,00	R\$ 64,00	R\$ 64,00	R\$ 72,00
15	Conta de Água	R\$ 61,00	R\$ 61,00	R\$ 62,00	R\$ 61,00	R\$ 70,00
16	Gás	R\$ 65,00	R\$ 65,00	R\$ 65,00	R\$ 65,00	R\$ 70,00
17	ALIMENTAÇÃO					
18	Supermercado	R\$ 250,00	R\$ 261,00	R\$ 261,00	R\$ 340,00	R\$ 300,00
19	Feira	R\$ 66,00	R\$ 74,00	R\$ 74,00	R\$ 84,00	R\$ 74,00
20	LAZER/INFORMAÇÃO					
21	Internet	R\$ 120,00	R\$ 120,00	R\$ 120,00	R\$ 120,00	R\$ 120,00
22	Netflix	R\$ 35,00	R\$ 35,00	R\$ 35,00	R\$ 35,00	R\$ 35,00
23	Livros/Mangás	R\$ 55,00	R\$ 28,00	R\$ 28,00	R\$ 28,00	R\$ 28,00
24	Recarga Celular	R\$ 13,00	R\$ 13,00	R\$ 13,00	R\$ 13,00	R\$ 13,00
25	OUTROS GASTOS					

Fonte: Autor, 2017, com base na produção dos alunos *no Calc*.

Figura 53 – Representação da planilha de orçamento produzido pelo aluno A2

12						=SOMA(DESCRÇÃO.O3)
	A	B	C	D	E	F
1						
2		RECEITAS				
3		AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
4	SALARIO ESPOSO					
5	SALARIO ESPOSA					
6	RENDIMENTOS CONTAS BANCARIAS					
7	OUTROS RENDIMENTOS					
8	RECEITA TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9		DESPESAS				
10		AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
11	MORADIA	455,00	455,00	455,00	455,00	955,00
12	PRESTAÇÃO DA CASA	0	0	0	0	500
13	CONTA DE LUZ	150	150	150	150	150
14	CONTA DE AGUA	45	45	45	45	45
15	GAS/AGUA MINERAL	60	60	60	60	60
16	IPTU	0	0	0	0	0
17	TELEFONE RESIDENCIAL/INTERNET	150	150	150	150	150
18	TELEFONE CELULAR	50	50	50	50	50
19	CONCERTOS/MANUTENÇÃO	0	0	0	0	0
20	ALIMENTAÇÃO	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
21	COMPRAS SUPERMERCADO	1000	1000	1000	1000	1000
22	RESTAURANTE	0	0	0	0	0
23	FEIRA/AMBULANTES	0	0	0	0	0
24	TRANSPORTE	650,00	650,00	650,00	650,00	650,00
25	COMBUSTIVEL	200	200	200	200	200
26	MANUTENÇÃO DE VEÍCULO	150	150	150	150	150
27	PEDAGIO	0	0	0	0	0
28	ESTACIONAMENTO	0	0	0	0	0
29	IPVA	200	200	200	200	200
30	VALE TRANSPORTE	100	100	100	100	100
31	SAUDE	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
32	PLANO DE SAÚDE	150	150	150	150	150
33	MEDICOS/DENTISTAS	300	300	300	300	300
34	FARMÁCIA	50	50	50	50	50
35	LAZER INFORMAÇÃO	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
36	ACADEMIA	100	100	100	100	100
37	JORNAIS/REVISTAS	0	0	0	0	0
38	TV POR ASSINATURA	90	90	90	90	90
39	PROGRAMAS CULTURAIS	50	50	50	50	50
40	OUTROS GASTOS	950,00	950,00	950,00	950,00	950,00
41	ELETRDOMESTICOS	150	150	150	150	150
42	ROUPAS	50	50	50	50	50
43	DOAÇÕES	0	0	0	0	0
44	VETERINARIA	0	0	0	0	0
45	CARTÃO DE CRÉDITO	300	300	300	300	300
46	DÉBITOS BANCARIOS	50	50	50	50	50
47	GASTOS NO CARTÃO	300	300	300	300	300
48	PRESENTES	100	100	100	100	100
49	DEMAIS GASTOS	0	0	0	0	0
50		0	0	0	0	0
51	DESPESAS TOTAIS	3795,00	3795,00	3795,00	3795,00	4295,00
52	INVESTIMENTOS					
53						
54	RESULTADO DO MÊS	-3795,00	-3795,00	-3795,00	-3795,00	-4295,00
55	SALDO DO MÊS	-3795,00	-3795,00	-3795,00	-3795,00	-4295,00

Fonte: Autor, 2017, com base na produção dos alunos no Calc.

Além desses resultados, outros menos produtivos também foram originados no desenvolvimento das sequências didáticas, em particular, nas sequências 2, 4 e 5. No entanto, estas foram mais simbólicas e exigiram, dos alunos, uma leitura e uma interpretação dos comandos e funções do Calc. Além disso, tiveram de assimilar novas linguagens, como o “R” e o “sage”, que são linguagens procedurais de programação usadas para interagir com o sistema SageMath. Nesse contexto, não foi difícil para alguns dos alunos compreenderem os processos relacionados com os sistemas utilizados, mesmo sem compreender plenamente suas linguagens simbólicas. Nesse sentido, os alunos A17 e A11, descreveram, conforme mostro a seguir, uma síntese para compreender melhor tais ferramentas.

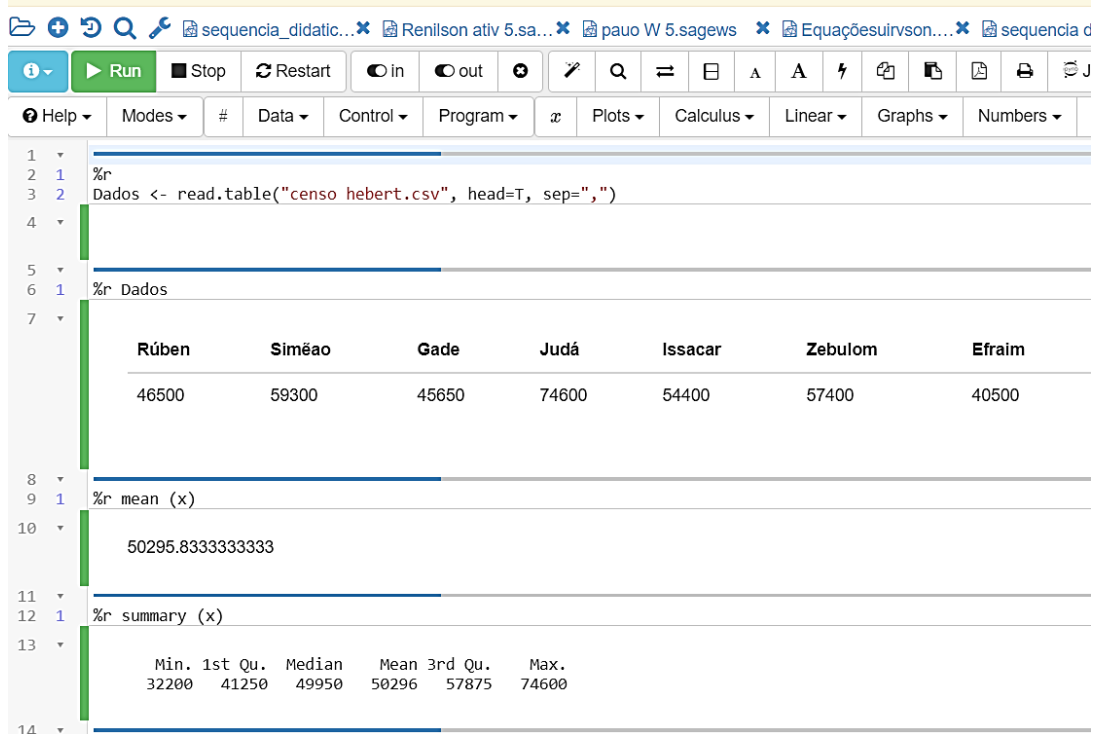
A17: As planilhas podem ser **modificadas em qualquer instante**, sem grandes custos ou estresse. **Elas podem ser trocadas rapidamente de uma hora para outra, praticamente sem problemas [...]**. É uma ferramenta bastante útil, não só para a vida acadêmica ou na atividade enquanto professor, mas também importante atividade para o cotidiano.

A11: A **manipulação dos dados no SageMathCloud no geral foi realizada sem muitas dificuldades**, salvo alguns comandos que ainda não havia conhecido na linguagem %. Um fator que pude perceber ser essencial na construção de atividades desse gênero, é um **bom conhecimento**

**relacionado à língua inglesa, visto que é necessário adicionar comandos em inglês, como o "barplot" e até as cores para acrescentar no gráfico de colunas (grifos meus).**

As descrições do aluno A17 expressam o dinamismo próprio das planilhas eletrônicas que podem ser modificadas automaticamente em função das necessidades dos alunos. O aluno A11, por sua vez, descreve a prevalência do inglês nos comandos desenvolvidos e a facilidade de manipular dados, inclusive dados externos, como se pode observar na resolução do próprio aluno no ambiente *SageMath*, apresentada na Figura 54, a seguir.

Figura 54 – Representações de uma atividade desenvolvida pelo aluno A11



Fonte: Autor, 2017, com base na produção do aluno no ambiente *SageMath*.

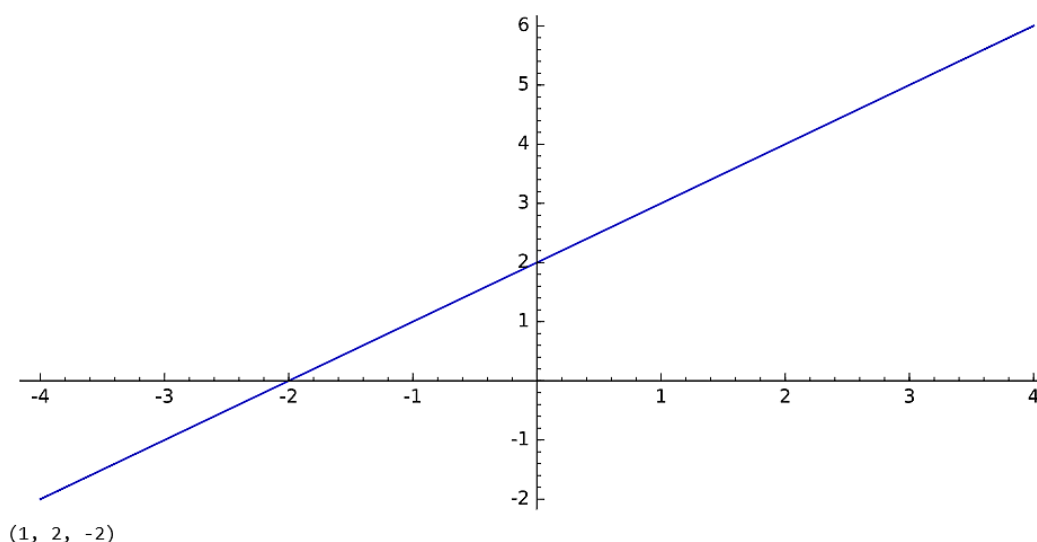
Nesse caso, o aluno exportou os dados que haviam sido organizados numa planilha do *Calc* salva no formato "csv". Para tal, fez uso do comando *read.table()* que é um código da linguagem R. A partir dessa transposição de dados para um objeto do sistema, formado por um vetor que guarda informações na forma matricial (linhas e colunas) e pode ser alvo de diferentes manipulações, como no exemplo, em que foi aplicado o comando *summary()*, que sintetizou as medidas separatrizes do conjunto de dados. Estes e outros comandos usados na sequência didática 4, possibilitaram aos alunos confrontar seus resultados com os obtidos na planilha

eletrônica, efetivados durante atividades propostas na sequência didática 2 ou mesmo comparar com seus cálculos manuais.

Outros resultados também expressam essa relação com o simbólico, tanto do ponto de vista mais simplificado, caso do *Calc*, quanto de forma mais complexa, como no caso do *SageMath*. Pode-se comparar essas duas concepções nas imagens das Figuras 55 e 56.

Figura 55– Representações de uma solução dada no *SageMath* pelo aluno A12

```
sage: def f(a,b):
      return plot(a*x + b, -4,4)
sage: f(1,2)
sage: def f(a,b):
      return (a,b,-b/a)
sage: f(1,2)
```



Fonte: Autor, 2017, com base na produção do aluno A12.

No gráfico anterior da Figura 55, o aluno A12 trabalha com a definição de uma função com o comando *def* ( ), que descreve a entrada e a saída dentro da função. Nesse caso, retornou o gráfico de uma equação de reta no plano, proposta na quinta questão da sequência didática 5: “Através do comando “*def*” é possível definir um script que pode ser chamando posteriormente dentro da interface do programa, no exemplo abaixo se definiu o comando *f* ( ). Desenvolva um script com nomes “*raiz*”, “*coflinear*” e “*cofangular*”, para encontrar respectivamente a raiz, o coeficiente linear e angular das equações  $2x + 2y + 4 = 0$  e  $3x + y + 5 = 0$ , com base na equação geral  $ax + by + c = 0$ ”. Como opção, o aluno escreveu a primeira equação em sua forma reduzida ( $y = ax + b$ ) ou seja  $y = x - 2$ , e incrementou sua representação gráfica,

sua raiz e seus coeficientes sem definir os nomes solicitados, conforme visualizado nos scripts da referida figura.

No caso da Figura 56, o aluno A2 desenvolve as estatísticas descritivas de forma automática, e também introduzindo o comando dentro da célula da planilha *Calc*, seguindo sua própria organização na disposição dos dados e posicionamento das soluções.

Figura 56 – Representações das planilhas estatísticas no *Calc* pelo aluno A2

B27		$\sum$	=DESPAD.N(B3:B14)/MÉDIA(B3:B14)	
	A	B	C	D
1		CENSO		
2	TRIBOS	QUANTIDADES		
3	Rúben	46500		
4	Simeão	59300		
5	Judá	74600		
6	Zebulom	57400		
7	Efraim	40500		
8	Benjamim	35400		
9	Dã	62600		
10	Aser	41500		
11	Gade	53400		
12	Naftali	45600		
13	Issacar	54400		
14	Manassés	32200		
15				
16	TOTAL	603400		
17		603400		
18		301700		
19				
20				
21	MÉDIA	50283,33333		
22	MEDIANA	49950		
23	DESVIO PADRÃO	12281,68136		
24				
25	VARIÂNCIA	150839697		
26	MÁXIMO	74600		
27	COEFICIENTE	0,244249546		

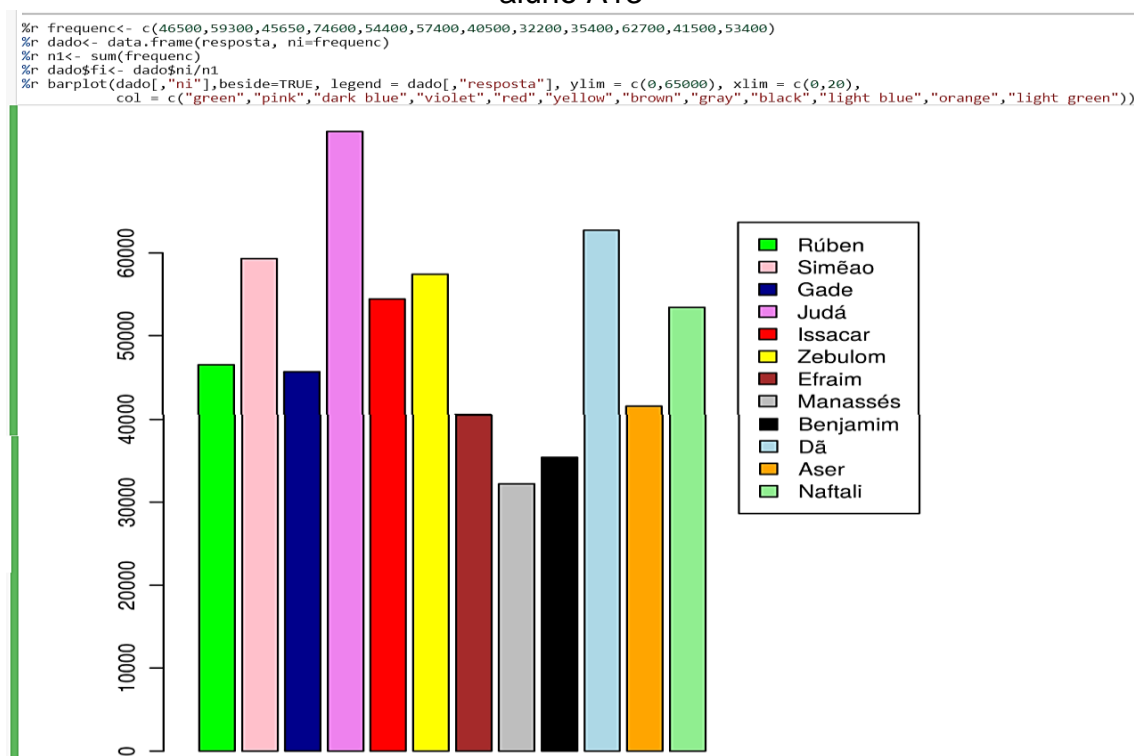
Fonte: Autor, 2017, com base na produção do aluno A2.

Na atividade representada na Figura 56, foram desenvolvidos conteúdos referentes as medidas de posição (média e mediana) e de dispersão (variância, desvio padrão e coeficiente de variação), relacionados com a segunda e a quinta questão da sequência didática 2. A segunda questão tratava do levantamento das informações na *internet*, conforme descrito a seguir: “Agora, vamos aplicar o *Calc*. Antes de começar, abra um *Browser* da internet qualquer, acesse o link <http://www.bibliaonline.com.br> e leia o trecho da Bíblia Sagrada do antigo testamento, Livro dos Números (cap.1), denominado “Recenseamento dos Israelitas”. Os dados que serão considerados nessa leitura referem-se aos números de pessoas de cada uma das Tribos de Israel. Anote os dados no caderno organizando-os em uma tabela simples para posterior inserção na planilha

eletrônica. Se preferir poderá anotar diretamente na planilha eletrônica (LibreOffice *Calc*). E a quinta questão orientava e solicitava o desenvolvimento das estatísticas mencionadas.

As representações gráficas referente aos dados trabalhados na sequência didática 2, foram desenvolvidas no decorrer da sequência didática 4, mediante comandos *barplot* ( ) e *pie* ( ), que serviram respectivamente para gerar gráficos de barra e de setores. A seguir na Figura 57, apresento o gráfico gerado pelo aluno A13 e sua sequência de comandos.

Figura 57 – Representação do gráfico de barras obtido no *SageMath* pelo aluno A13

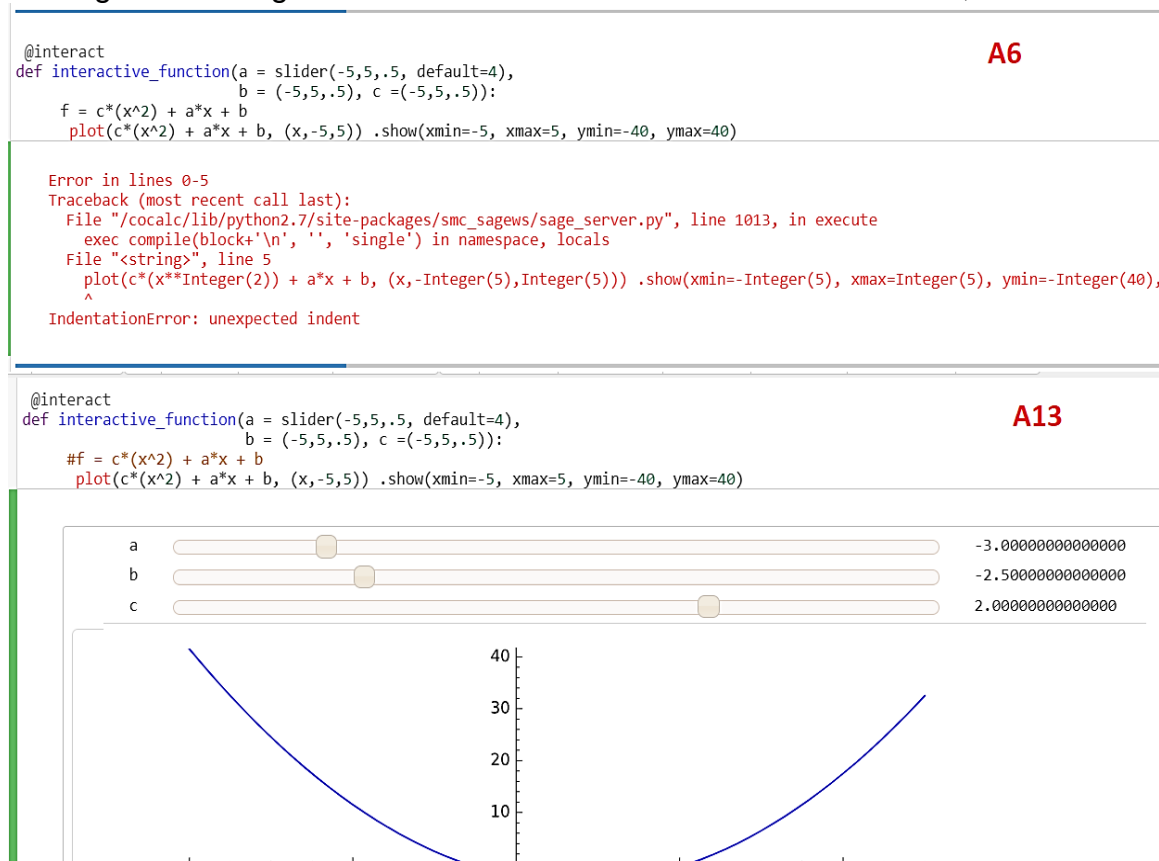


Fonte: Autor, 2017, com base na produção do aluno A13.

Além disso, os alunos também tiveram que interpretar seus próprios erros de desenvolvimento, que são melhor aproveitados no *SageMath*, pois este indica a linha ou tipo de erro, diferentemente do *Calc*, que é limitado em relação a isso. Papert (1994), em suas reflexões, chama a atenção para a importância do pensar sobre seu aprender e sobre o objeto da aprendizagem. O erro, nesse sentido, pode ser um ótimo exercício para refletir sobre o que se desenvolve em busca de um aprendizado significativo. Na Figura 58, a seguir, exemplifico com um erro gerado no

ambiente do *SageMath* durante desenvolvimento da sequência didática 5, na qual comparo uma atividade incorreta do aluno A6 com outra correta do Aluno A13.

Figura 58– Registro de comando executado errado e seu aviso, e outro certo



Fonte: Autor, 2017, com base nas produções dos alunos A6 e A12 no ambiente *SageMath*.

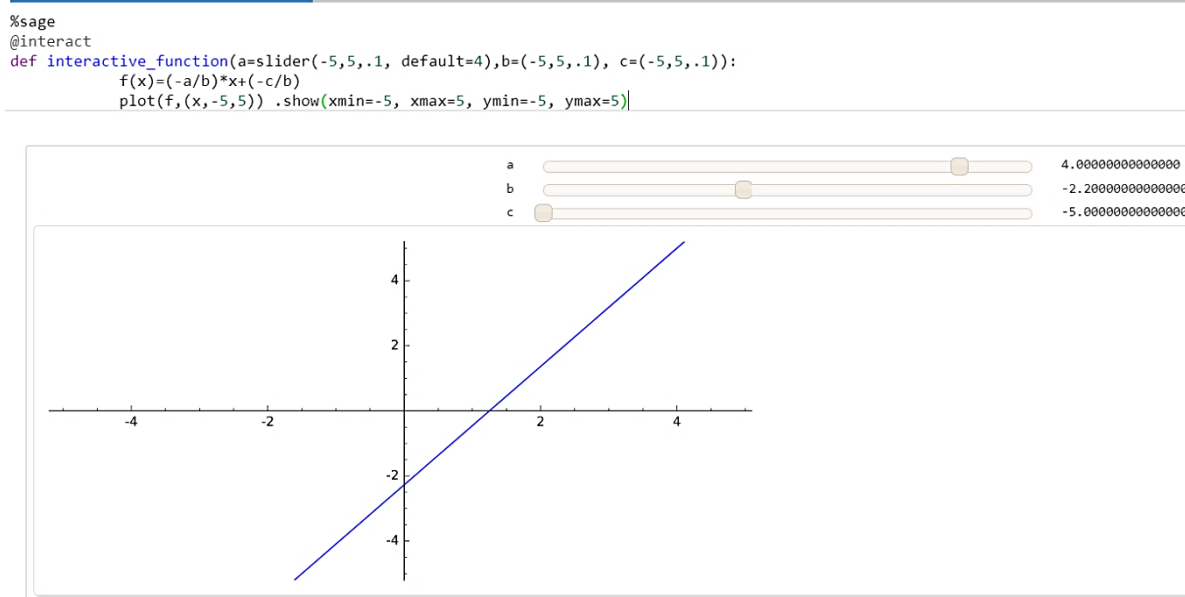
Na situação acima, o comando usado foi o *Interactive\_function* ( ), que define uma função e atribui uma variação de intervalo para as constantes envolvidas, na forma de controles deslizantes ou seletores. No caso do aluno A6, ocorreu um erro que foi indicado no sistema na linha 5, ocorrido devido a escrita da função  $f$  que foi repetida novamente como parâmetro do comando *plot* ( ). Essa dupla entrada comprometeu a leitura do comando. Já o caso do aluno A13 foi bem sucedido e o gráfico dinâmico pode ser visualizado. Pode ser verificado que houve uma correção do mesmo tipo de erro cometido pelo aluno A6, e que nesse caso foi resolvido apenas pela supressão da escrita de  $f$  utilizando (#) no início da linha inadequada.

Já o aluno A5 utilizou o raciocínio explorado no exemplar anterior da Figura 58, para desenvolver uma solução para quarta questão da sequência didática 5: “Expresse graficamente uma nova equação S, variando os coeficientes a, b e c da



equação anterior utilizando o comando “@interact” conforme exemplificado abaixo. Escolha intervalo entre -5 e 5 para cada parâmetro a, b ou c, onde a parte antecedido por ponto (.1) no comando, representa o incremento do intervalo”. O resultado obtido foi uma equação geral  $ax + by + c = 0$ , adaptado pelo aluno para uma forma reduzida genérica, que poderia ser modifica em seus parâmetros “a”, “b” e “c”, conforme se verifica na Figura 59.

Figura 59– Registro de comando executado pelo aluno A5 ao desenvolver equação da reta de forma interativa



Fonte: Autor, 2017, com base nas produções dos alunos A5 no ambiente *SageMath*.

Diante de tantas situações didáticas, uma despontou como fundamental no cenário da intervenção foi a questão da mediação, que, nesse caso, ocorreu com maior frequência durante as incursões malsucedidas dos alunos. Nesses momentos também foi desenvolvida pelos alunos uma discussão autônoma, visando resolver colaborativamente os conflitos presentes nas eventuais situações. Um desses momentos, em que foi necessário suprir a necessidade de um aluno sobre um comando do *Calc*, pode ser visto na Figura 60.



Figura 60 – Interação do professor pesquisador com aluno A8



Fonte: Autor, 2017.

Ressalto que em momento algum se quebrou o princípio construcionista de Papert (1994). Assim, nenhuma resposta foi dada; somente foi apontado onde poderia haver falhas, exigindo ação do próprio aluno.

Os resultados acima são compatíveis com as opiniões dos alunos A9 e A15, quando afirmaram, no questionário de avaliação de prática pedagógica, que o processo de intervenção contribuiu para suas aprendizagens, conforme se pode averiguar nas Figuras 61 e 62.

Figura 61 – Registro no Questionário de Avaliação do Aluno A9

1. Quando você já estiver atuando como professor de matemática você pretende utilizar Softwares livre de matemática em sua prática profissional? (x) sim ( ) não  
 Justifique: O uso dos softwares livres de matemática pode contribuir significativamente no conhecimento do aluno: construção de gráficos, resoluções de sistemas, cálculos variados, etc. Os métodos tecnológicos despertam nos alunos a criatividade, tornando as aulas mais dinâmicas, despertando a "ideia" de que as aulas de matemáticas são
2. A forma como as atividades foram desenvolvidas lhe motivou a refletir e a buscar alternativas aprender sobre os conteúdos matemáticos e a própria tecnologia usada?  
 Justifique: Sim, sem dúvida. Inicialmente a dificuldade foi bem visível, uma vez que o conhecimento desses softwares era quase inexistente. Mas, à medida que as aulas foram acontecendo, foi despertando um interesse maior e as aulas se tornaram atrativas e as atividades desenvolvidas com sucesso.

Fonte: Autor, 2017.

Figura 62 – Registro no Questionário de Avaliação do Aluno A15

1. Quando você já estiver atuando como professor de matemática você pretende utilizar Softwares livre de matemática em sua prática profissional? ☒ sim, ( ) não  
 Justifique: a utilização de software facilita a construção do conhecimento através da virtualização, tempo de resposta, comparação de resultados e pode estimular o processo, uma vez que a computação é um meio de aproximar o ensino com a realidade.
2. A forma como as atividades foram desenvolvidas lhe motivou a refletir e a buscar aprender sobre os conteúdos matemáticos e a própria tecnologia usada?  
 Justifique: Sim, pois não tinha conhecimento de alguns softwares e de como é possível aprender conteúdos utilizando-os. Isso mostra que é possível inovar, facilitar e buscar sempre novos meios de ensinar.

Fonte: Autor, 2017.

Nos registros acima, os alunos A9 e A15 expressam um sentimento que foi reproduzido unanimemente no questionário de avaliação de prática pedagógica: a resposta positiva para a primeira questão. Nestes escritos particulares eles mencionam o desejo de aperfeiçoar seus conhecimentos matemáticos e tecnológicos, visando seus aprimoramentos profissionais e pessoais, para assim poderem inovar, tornar o processo de ensino e aprendizagem menos tradicional, mais envolvente e mais eficiente.

Todos os registros e gráficos apresentados neste tópico convergem para um mesmo pressuposto, que ninguém é um receptáculo de informações, mas sim, um ser humano capaz de aprender com seus erros e acertos. Isso implica indivíduos capazes de converter criticamente a informação digital ou atual em conhecimento, de construir uma aprendizagem que não se mede em números, mas que transforma o sujeito socialmente (PAPERT, 1994; MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2013).

Deve-se perceber que as tecnologias digitais mudam constantemente e que seria impossível fazer as instituições escolares acompanharem seus passos. Essa é uma evidência que Kesnky (2013) também traz para o cenário do ensino superior. Portanto, o que hoje está nessas instituições, em termos de tecnologias digitais, provavelmente estará ultrapassado em alguns anos. Essa realidade exige que estejamos sintonizados com os novos modos de pensar, fazer e ser na sociedade.

#### 4.1.5 A evolução do processo de letramento digital

No início do processo de intervenção fiquei um pouco apreensivo, pois não senti empolgação nos alunos, mas minha própria empolgação e minha convicção sobre a importância da tecnologia na vida profissional deles me fez explorar exemplos contextualizados e levantar continuamente a discussão sobre os “porquês”. Como exemplo, quando questionei os alunos sobre o percentual de aproveitamento dos *smartphones* em comparação com os recursos disponibilizados neles.

Sei, por experiência própria, que muitas vezes somos levados a mudanças por impulso, por consumismo, e, nesse momento, o saber crítico parece dar lugar a uma ilusão temporária que se revela num momento posterior. Surge então, aquele sentimento de sobreposição do conhecimento. Reflito e surge a seguinte questão: será que não sou letrado o suficiente para fugir dessa armadilha? Essa foi a moral da história que busquei para dar significado ao conceito de letramento digital, conforme registrei no diário:

*PP: Pude perceber que a palavra letramento digital não foi bem assimilada no contexto inicial da pesquisa, quando falei do projeto no primeiro momento ou quando abordei o tema no laboratório de informática, os alunos já começaram a se questionar sob essa palavra, evidenciando no senso comum o seu significado linguístico. Com isso, tive que explicar que a palavra era uma concepção mais aprofundada e contemporânea daquilo que antes, se costumava chamar alfabetização tecnológica, e que a palavra incorporava o princípio da prática social das leituras e escritas, feitas com sentido e significado, a partir de suas interações como o mundo digital.*

Nesse contexto, Papert (1994, p. 17) afirma, com base em princípios de Paulo Freire, que “ler a palavra” é “ler o mundo” e que “tornar-se alfabetizado significa pensar de uma forma diferente do que anteriormente, enxergar o mundo de outra maneira”. Assim, ao dar início às incursões do processo de intervenção, os resultados foram aparecendo.

No primeiro momento, quando os alunos conheceram o ambiente de suporte AVEA, puderam fazer uma análise prévia dele e de imediato, verifiquei quem já havia lidado com esse tipo de ambiente. Nesse caso, essa resposta foi positiva

apenas para um dos alunos, o aluno A14, conforme ele mesmo descreveu (ver Figura 63).

Figura 63– Postagens dos alunos A14, A12 e A4, referindo-se ao suporte AVEA

**Primeira impressão!**

Mostrar respostas aninhadas

**A13**

**Utilização do AVEA**  
por [nome] - quinta, 27 julho 2017, 23:07

Esse não é meu primeiro contato com o AVEA, já tive a oportunidade de estudar na UAB (Universidade Aberta do Brasil), que utiliza esse ambiente de aprendizagem, assim como também na instituição onde trabalho, Exército Brasileiro, que proporciona curso de especialização para os militares utilizando o AVEA. Eu acho muito importante a utilização do AVEA no processo ensino aprendizagem, pois facilita a propagação da informação, sem precisar concentra as pessoas em um mesmo lugar. Seria muito interessante se fosse mais utilizado nos cursos presenciais e não somente na educação à distancia.

Média das avaliações: 100 (1) 100

[Editar](#) | [Excluir](#) | [Responde](#)

**A12**

**AVEA: Primeira Impressão**  
por [nome] - sexta, 28 julho 2017, 20:17

É minha primeira experiência com o ambiente AVEA, e pude notar o quanto é prático e dinâmico por fornecer espaços de discussão e melhor acesso a atividades que podem ser desenvolvidas, sendo desnecessários encontros presenciais. A forma como é organizado também dá uma credibilidade e certa segurança na acessibilidade do ambiente.

Média das avaliações: 100 (1) 100

[Editar](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

**A4**

**Primeira impressão Avea**  
por [nome] - sábado, 29 julho 2017, 05:47

Primeira vez que tenho contato com este tipo de ambiente, em um primeiro acesso fica bem claro que o ambiente é bem intuitivo, o usuario nao se perde na hora de encontrar o que procura, sendo o ambiente bem objetivo na sua proposta de uso. É muito interessante este tipo de plataforma, pois tira aquela sensação de engessamento que a sala de aula transmite, e acaba por deixar os alunos bem mais autonomos.

Média das avaliações: 100 (1) 100

[Editar](#) | [Excluir](#) | [Responde](#)

Fonte: Autor, 2017, a partir do AVEA disponível em dmoodle.16mb.br

Em sua maioria, os alunos, tais como A13, A12 e A4, acharam o suporte do AVEA uma alternativa interessante para mediar os processos de comunicação e postagem de soluções originadas nos programas principais da pesquisa (*Calc* e *SageMath*).

Nesse sentido, pude perceber que o ambiente foi aparentemente motivador para suas interações e um ponto de apoio importante para o desenvolvimento das atividades, conforme descrito por alguns alunos na Figura 63. Além dessa situação, posso destacar outras, também propícias ao desenvolvimento de habilidades de escrita e leitura, tais como as interações nos fóruns, que foram relacionadas, em sua maioria, ao final de cada sequência didática, como no caso mostrado na Figura 64.

Figura 64 – Interações dos alunos A5, A17, A6 e A10, depois de finalizada a atividade 1

**Fórum da sequência didática 1**

**A5** Mostrar respostas aninhadas Transfira esta discussão para ... Mover

---

**Categorias de Software educacional**  
por [nome] sexta, 28 julho 2017, 21:01

São software de extrema importância para a educação atual. Com o avanço da tecnologia, softwares como estes melhoram a eficiência de aprendizagem dos alunos, pois complementa tanto a segurança do professor ao trabalhar os conteúdos, quanto aos alunos verificarem os resultados obtidos em função do seu trabalho de pesquisa. Particularmente, as planilhas eletrônicas proporcionadas pelo CALC, define automaticamente as séries para apresentar gráficos com base na disposição dos dados do usuário. Facilita também no suporte à exportação de planilhas no formato PDF. E esta característica torna seu processo super útil, moderno e versátil, sem falar que é um software fácil de baixar e trabalhar!

Média das avaliações: 60 (1) [Editar](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

---

**A17**

**Re: Categorias de Software educacional**  
por [nome] quarta, 2 agosto 2017, 22:05

Muito boa sua colocação cara colega. Realmente a importância desses softwares não são mensuráveis. Concordo plenamente com seu pensamento.

Média das avaliações: - [Mostrar principal](#) | [Editar](#) | [Interromper](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

---

**A6**

**Re: Categorias de Software educacional**  
por [nome] domingo, 6 agosto 2017, 19:36

Os estudo sobre esses softwares e sua aplicação não deixam dúvidas de que realmente podem contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, porém sabemos que raramente é possível executá-los em sala de aula devido a uma série de fatores que dificultam a aplicação de tais metodologias. então acho que não basta ver o lado bom de se aplicar o software imaginando que não existe esses fatores. temos que pensar em alternativas para minimizar os impactos criados por tais problemas estruturais e falta de recursos.

Média das avaliações: - [Mostrar principal](#) | [Editar](#) | [Interromper](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

---

**A10**

**Re: Categorias de Software educacional**  
por [nome] segunda, 4 setembro 2017, 22:54

Concordo com a abordagem que o colega faz da importância desse software para a educação, mas é preciso ressaltar que esse software é livre, logo esse software pode sofrer várias alterações em um espaço de tempo muito curto o que poderia vir a dificultar um pouco o processo de aprendizagem, pois sempre haveria algumas alterações de botões e funções, exigindo assim constante atualização. Mas o benefício maior desse tipo de software é que como comentei logo acima, ele é livre e a pessoa que for usa-lo não estará sujeito à taxas e outras coisas a mais.

Média das avaliações: - [Mostrar principal](#) | [Editar](#) | [Interromper](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

Fonte: Autor, 2017, a partir do AVEA disponível em dmoodle.16mb.br

Nesse caso, as interações serviram para fomentar a reflexão dos alunos e permitir que se expressassem livremente sobre os processos experimentados durante a intervenção. Os alunos A5, A6 e A10 defendem a potencialidade do aplicativo educacional, inclusive um deles citando o *Calc*. Também A6 chama a atenção para as dificuldades de utilização em sala de aula, citando, por exemplo, o fator tempo, questão que é complementada pelo aluno A10.

A partir desse contexto, pode-se analisar a dinâmica do prosseguimento das sequências didáticas que estavam direcionadas, duplamente, para ações mediadas por *softwares* e interações dos resultados no AVEA. A interação com os *softwares* envolvia uma concepção mais técnico-pedagógica (instalação de um programa de computador e avaliação de *softwares* educativos) enquanto as interações dos resultados envolviam concepções voltadas para o aperfeiçoamento dos saberes e para a aquisição de novas experiências (acesso a programas na nuvem via redes sociais, organização de tempo, colaboração e compromissos assumidos no AVEA). Tudo isso se somou aos próprios conhecimentos prévios dos alunos.

Apresento, na sequência, alguns depoimentos dos alunos relacionados às questões levantadas anteriormente. Nestes são destacadas as contribuições dos recursos digitais apresentados na Intervenção a partir de um reconhecimento inicial, em que os alunos foram apresentados às ferramentas propostas na pesquisa. Sobre esse primeiro contato, os alunos relataram:

*A12: Com o desenvolvimento da sociedade e os avanços científicos e tecnológicos, novas formas de interação entre as pessoas foram criadas; não poderia ser diferente no meio da educação. **A tecnologia veio para somar, contribuindo para o desenvolvimento das pessoas como cidadãos.** A informática é uma arma super potente quando o assunto é didática. A matemática é uma área bastante interessante para se cultivar esses softwares, dando bons frutos com sua utilização.*

*A15: **É algo bastante inovador, visto que anteriormente o professor e o estudante ficavam bastante presos aos livros, muitas vezes pouco didáticos e interessantes.** Portanto, é louvável essa iniciativa; com o passar do tempo a tendência será informatizar praticamente tudo. Então não há motivos para não se inserir esse mecanismo didático tão atualizado na vida das pessoas.*

*A1: O mundo está mudando cada vez mais rápido. Da mesma velocidade surgem novas tecnologias e nós devemos nos adaptar constantemente a este novo mundo que está em constante mudança. As novas tecnologias, quando empregadas da melhor forma, vêm nos auxiliar nos nossos afazeres do dia-a-dia e possibilitar o nosso desenvolvimento. Num mundo onde a tecnologia cada vez mais ganha mais espaço é quase impossível não fazermos uso dela. **Por isso é importante que as tecnologias digitais sejam inseridas no ensino nas escolas e nos cursos de formação de professores.** O que acontece hoje é que muitas vezes os professores dominam pouco ou nem dominam as tecnologias digitais, enquanto que os alunos já a dominam quase que por completo. Não que isso seja algo muito grave, mas o pouco ou nenhum domínio do professor das tecnologias digitais impossibilita que ele desenvolva atividades que gerem aprendizado significativo.*

*A7: Hoje em pleno ano de 2017, com tecnologias no seu auge de desenvolvimento, é impossível convivermos sem o seu uso. **Aderir aos seus conhecimentos e implementação no nosso cotidiano, bem como nas salas de aula são de suma importância.** Estudar, implementar e expandir seus conhecimentos a fim de que todos possam ter acesso é o grande desafio do momento. Políticas públicas que fomentam sua inserção no âmbito escolar, torna-se uma meta a ser cumprida, em busca do êxito e acesso a todos (grifos meus).*

Nos relatos acima posso destacar alguns pensamentos, como o descrito pelo aluno A12, que cita a relevância social das tecnologias digitais, bem como as reflexões dos alunos A1, A15 e A7, que ressaltam a importância da inovação dessas ferramentas tecnológicas quando inseridas na sala de aula. O aluno A1 reforça esse aspecto para a formação de professores. Essa última consideração é uma bandeira



levantada por importantes referenciais da educação, tais como, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos Licenciatura de 2001, as Orientações Curriculares Nacionais de 2006 e as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica de 2013, que apontam a importância da apropriação tecnológica para alunos e professores.

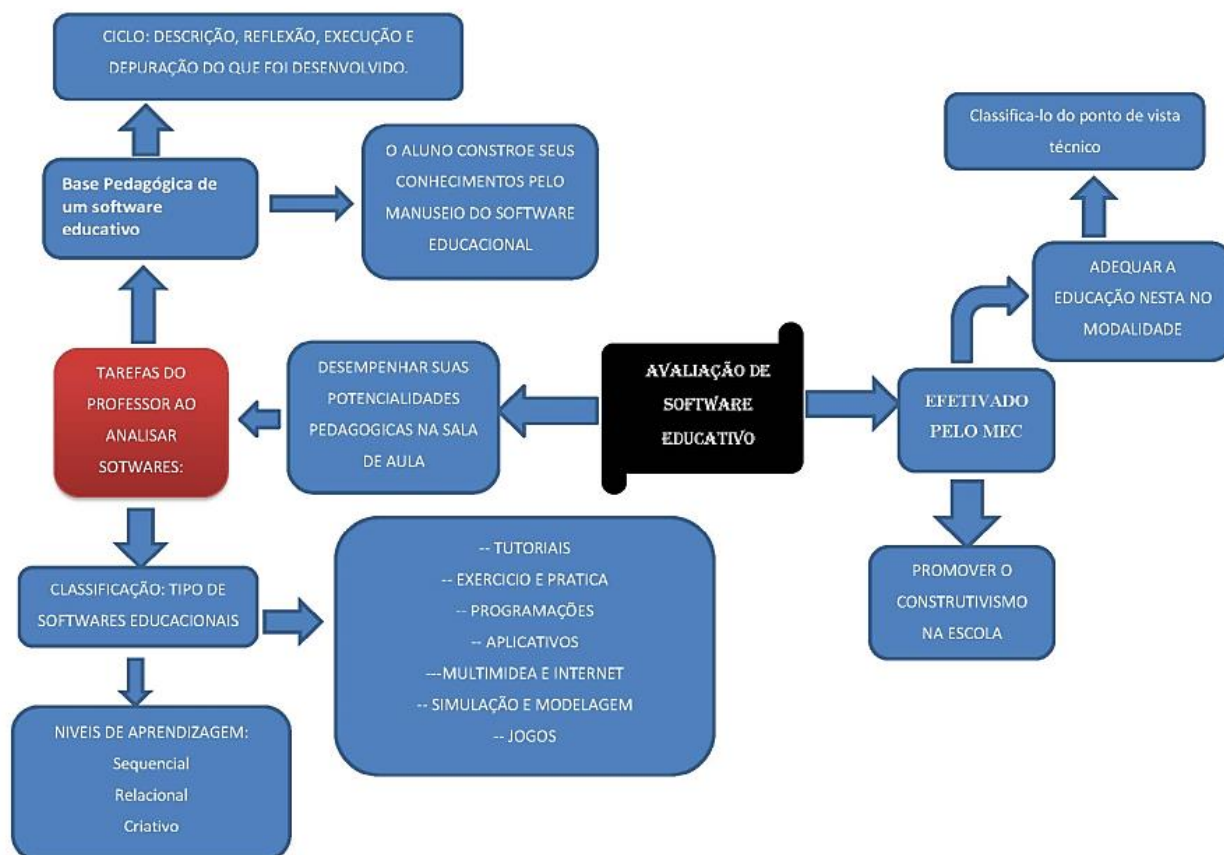
Como já havia relatado antes, o nível de inclusão digital dos alunos era satisfatório, mas os desconhecimentos sobre os aspectos pedagógicos das tecnologias foram alvos de reforço em nossa intervenção.

Verifico que as discussões a partir da primeira sequência didática propiciaram alguns resultados concretos, apresentados na forma de mapas mentais sobre os temas propostos para os grupos. A técnica sugerida na atividade consiste em uma representação do pensamento, que, segundo Hermann e Bovo (2005), foi desenvolvida pelo psicólogo inglês Tony Buzan. Para esses autores:

[...] os mapas mentais podem tornar-se úteis enquanto um poderoso recurso que nos permite cultivar ou resgatar e integrar diferentes formas de lidar com a informação e a linguagem, tanto lógica e linear (como nos é tão familiar) quanto simbólica, pictográfica e ilustrativa – enquanto exercita a capacidade de síntese (HERMANN; BOVO, 2005, p. 307).

Apresento, nas Figuras 65, 66 e 67, alguns resultados obtidos pelos alunos a partir de programas computacionais escolhidos por eles, tais como *cpmaptools*, *prezi*, entre outros. Todos relacionados com as temáticas abordadas no seminário, proposto como atividade da intervenção nesta pesquisa.

Figura 65 – Mapa do grupo 1 sobre avaliação de *softwares* educativos

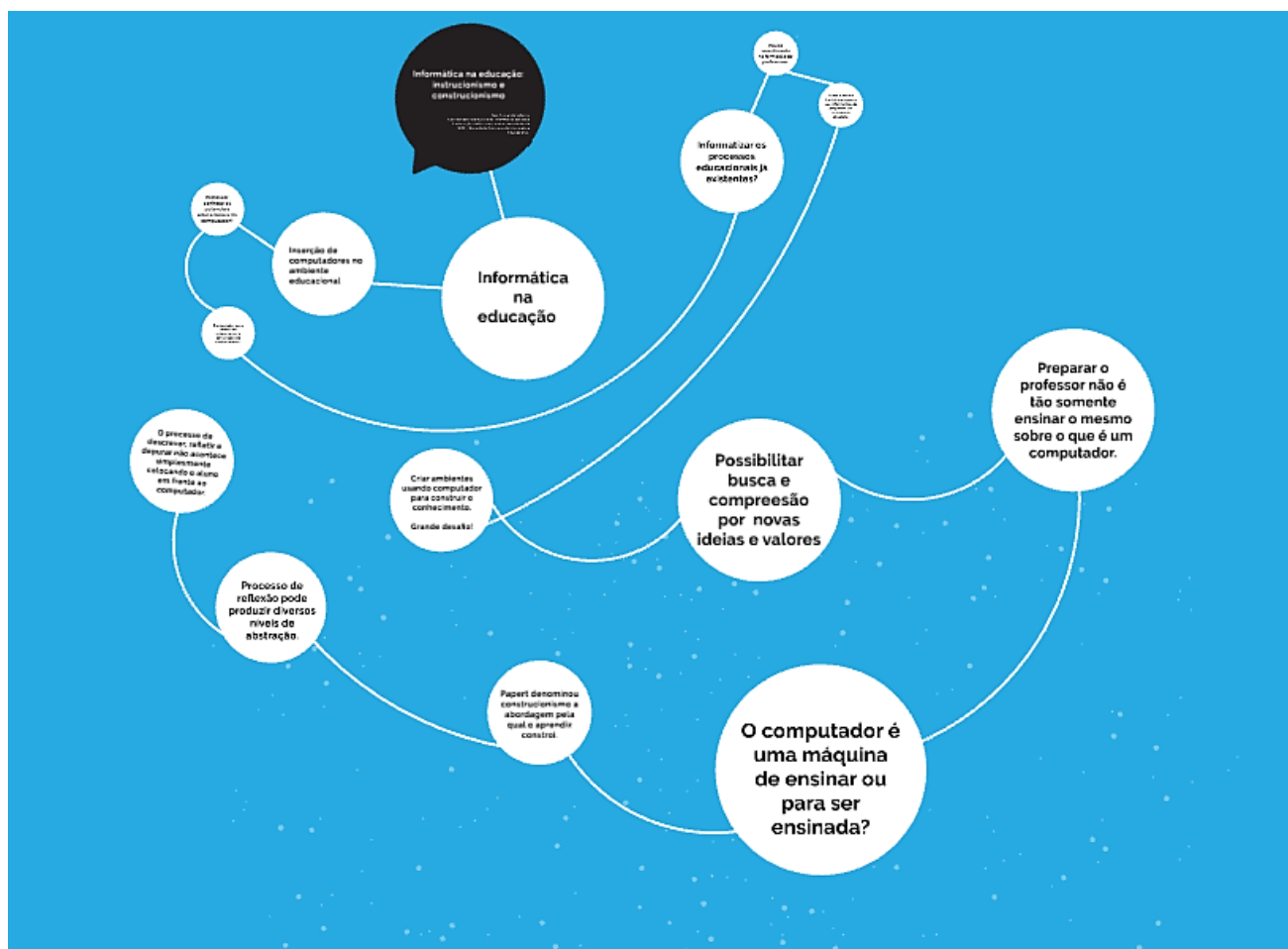


Fonte: Autor, 2017, com base nos alunos do grupo 1.

Nesse mapa da Figura 65, os alunos descrevem os aspectos importantes do texto “Avaliação de *Software* Educativo”, de Vieira (1999), refletindo sobre eles. Analisam a técnica para avaliar *softwares* educacionais, utilizando critérios mais pedagógicos do que técnicos. Tais discussões vão ao encontro do processo desenvolvido posteriormente na intervenção, quando foram avaliados os *softwares* *SageMath* e *Calc*.



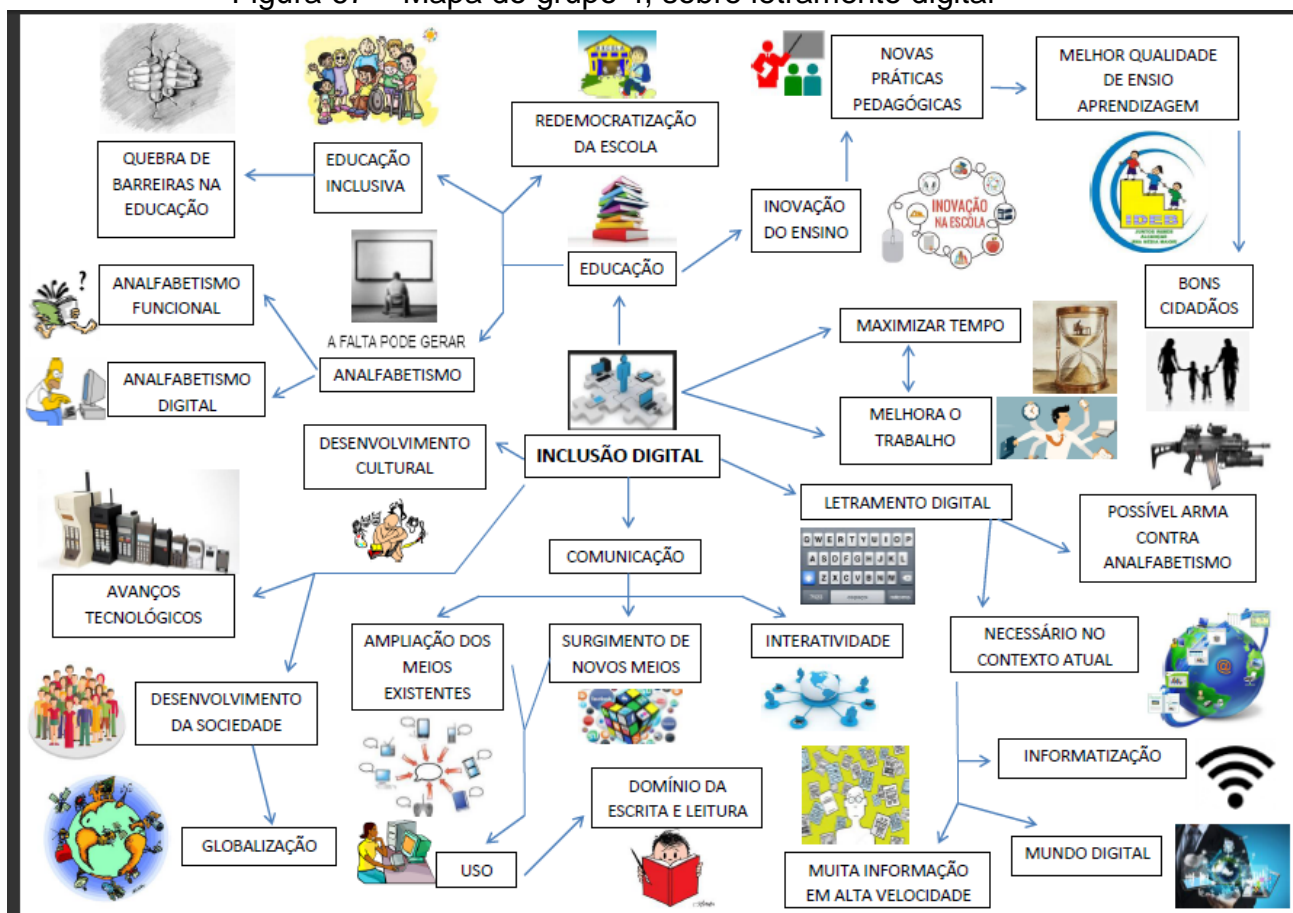
Figura 66 – Mapa do grupo 3, sobre instrucionismo e construcionismo



Fonte: Autor, 2017, com base nos alunos do grupo 4.

Nesse mapa da Figura 66, os alunos descrevem os aspectos importantes do texto “Informática na educação: instrucionismo x construcionismo”, de autoria de Valente (1997). Esse texto discute as posições pedagógicas assumidas pelo instrucionismo e construcionismo na condução de processos educativos em que o computador pode assumir o papel de máquina de ensinar ou de ferramenta auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem. Essa última visão foi a base para o que desenvolvi nesta pesquisa.

Figura 67 – Mapa do grupo 4, sobre letramento digital



Fonte: Autor, 2017, com base nos alunos do grupo 4.

No mapa da Figura 67, os alunos discutem e refletem sob a luz do texto “O letramento digital como instrumento de inclusão social e democratização do conhecimento: desafios atuais”, de Araújo e Glotz (2009). Essas autoras abordam os impactos e as consequências do letramento digital, como consequências de uma efetiva inclusão digital. Os contextos explorados no texto eram convenientes para a assimilação do termo letramento digital, e isso ajudou muito no primeiro momento, quando os alunos não conseguiam fazer a conexão entre o letramento matemático e o letramento digital. Acredito que tal contexto foi assimilado por boa parte dos alunos ao final da pesquisa.

Vale ressaltar que, antes desse processo de discussão, a visão anterior era mais de uma instrumentalização da tecnologia digital no ensino, pensamento que, nas concepções de autores como Valente (1999), Papert (1994), Borba e Penteadó (2005) e Buzato (2001, 2007), reduz o real sentido do uso do computador e suas

ferramentas digitais como forma de potencializar o ensino e a aprendizagem matemática ou de outras áreas do conhecimento.

Nesse sentido, conforme as Figuras 68, 69 e 70, apresentadas na sequência, os alunos expressaram, em seus registros no questionário de avaliação da prática pedagógica, que não podiam mais ser passivos diante da situação reducionista à qual estavam expostos até então. Registraram, também, o desejo de se tornarem atuantes no processo de ensino da matemática, mediando suas futuras aulas a partir de recursos tecnológicos digitais, como se pode perceber na quarta resposta do questionário de avaliação da prática pedagógica.

Figura 68– Registro no questionário de avaliação do aluno A12

4. Como você avalia a influência do conjunto de ações desenvolvidas nessa pesquisa em seu processo de letramento digital?

*Foram de muita importância, minha habilidade com softwares não são tão boas, e conhecer softwares como o CALC e o Sagemath me fizeram desenvolver conhecimentos já adquiridos, em relação no quanto eles são úteis em projetos e na organização de trabalhos. Incluem comandos que facilitam ações que levariam mais tempo se não fossem operados em tais softwares. Enfim, pontos positivos me fizeram ter gosto e apreciar o meio digital.*

Fonte: Autor, 2017.

Nesse caso, o Aluno A12 destaca o papel dos *softwares* propostos no resgate de saberes prévios, que, nesse momento, se aplicaram em prol de um projeto de aprendizagem que possibilita usar as tecnologias para dinamizar suas rotinas profissionais e pessoais. Tal concepção é reforçada por autores como Ponte (2000) e Borba e Penteado (2005).

Figura 69 – Registro no questionário de avaliação do aluno A16

4. Como você avalia a influência do conjunto de ações desenvolvidas nessa pesquisa em seu processo de letramento digital?

*Consegui tirar dúvidas, consegui interagir de uma forma que nunca tinha visto antes possibilitando assim a gravação da importância que aprender resolve os problemas lires. Consegui outra "visão de mundo". Classe que não foi fácil este processo, mas me deu um rumo.*

Fonte: Autor, 2017.

A importância dos processos interativos e as transformações pessoais que o uso crítico das tecnologias possibilita são aspectos subentendidos, destacados pelo aluno A16. Tal concepção também é defendida por Moran, Masetto e Behrens (2015), que defendem a importância da mediação e da interação tecnológica no processo pedagógico.

Figura 70 – Registro no questionário de avaliação do aluno A13

4. Como você avalia a influência do conjunto de ações desenvolvidas nessa pesquisa em seu processo de letramento digital?

*Ampliou muito minha visão sobre a aplicação do softwares educacionais no processo ensino aprendizagem, assim como favoreceu o ~~conhe~~ conhecimento de programas que não conhecia ampliando assim minha capacidade de interação tecnológica.*

Fonte: Autor, 2017.

Nesse contexto, o aluno A13 destaca a ampliação das possibilidades para os processos de ensino e aprendizagem a partir do reconhecimento de novas ferramentas tecnológicas. Tal concepção converge para o que foi defendido por Gravina et al. (2012) em seus estudos com *softwares* de matemática.

Acredito que, após expor as situações que se misturam entre essas diferentes categorias, possa ser possível compreender as nuances de um processo de construção do conhecimento, em prol de um letramento digital e da aquisição de

saberes matemáticos e estatísticos. Nesse sentido, creio que os alunos e suas incursões nos ambientes tecnológicos digitais foram colocados no centro das discussões, e a partir delas é que surgiram os resultados.

Destaco como resultados positivos, a motivação para a ação individual dos alunos, que, por muitos momentos, tiveram de trilhar seu caminho de forma autônoma para desenvolver suas atividades, o que é fundamental no construcionismo de Papert (1994), bem como o apoio de um coletivo pensante, conforme designa Lévy (1999), formado por mim e por todos os alunos. Tais resultados são, por si sós, razões para o desenvolvimento desta pesquisa que não finda aqui. Nesse sentido, teço, no capítulo a seguir, algumas considerações e conclusões que ainda me levarão a refletir muito.

## 5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avaliar nessa pesquisa as possibilidades e desafios de inserir um *software* livre no ensino da matemática e ao mesmo tempo, investigar sobre a influência dessa inserção no processo de letramento digital dos alunos, pude num processo metacognitivo, avaliar minha própria trajetória formativa na licenciatura em matemática. Nela, também executei um processo autônomo de maturação para perceber que a introdução das tecnologias no ensino da matemática era inevitável e imprescindível.

Penso que essa proposta representou para alguns dos sujeitos, um marco social em suas experiências formativas e profissionais, principalmente quando se constata que os alunos almejam fazer uso destes recursos em suas práticas profissionais e sociais. Isso foi relatado direta ou indiretamente nos próprios discursos dos mesmos. Naturalmente, a matemática pela proximidade com as áreas das ciências, da estatística e da informática, contempla um papel fundamental na construção das linguagens que propiciaram suporte a essas áreas do conhecimento. Logo, não transitar minimamente por essas vias do conhecimento científico parece ser incoerente para um futuro professor de matemática, que se declare educador matemático.

Gostaria de deixar claro que não estou tratando aqui apenas de domínio de conhecimento tecnológico ou teórico ou pedagógico, mas defendendo a

necessidade de uma prática pedagógica de formação de professores que saiba equalizar essa tríade. Nesse estudo, em razão do problema levantado, busquei inspiração no construcionismo de Papert (1994) e nas discussões de outros professores pesquisadores (VALENTE, 1997, 1998, 1999; PONTE, 2000; BORBA; PENTEADO, 2005, etc.), imbricando, assim, tecnologia pedagogia.

A partir destas discussões, percebo que a questão que envolve tecnologia digital, educação e ensino é tão antiga quanto necessária. Apesar do decrescente números de computadores na sociedade brasileira e possivelmente nas escolas (CGI.br, 2013, 2014, 2016), temos na atualidade, outras ferramentas como *tablets*, *smartphones*, etc., que ocupam agora uma posição de destaque no cenário educacional que outrora era da “máquina das crianças, jovens e adultos”, ou seja, do computador.

Diante desse contexto, surge uma questão para refletir: será que estas novas tecnologias digitais (móveis, portáteis, personalizáveis, em tempo real, tridimensionais, etc.) trarão melhores resultados aos processos educacionais (mais aprendizagem, mais satisfação, mais produtividade, mais colaboração e cooperação entre os sujeitos, etc.), do que aqueles alcançados pelos computadores e *internet*, nessas últimas décadas?

Independente da ferramenta tecnológica, organizações internacionais como UNESCO e Sociedade internacional de tecnologia em educação - ISTE, ou mesmo os documentos oficiais que tratam dessa questão educacional aqui no Brasil, tais como, Parâmetros Curriculares Nacionais e as Diretrizes para os Cursos de Licenciatura têm reforçado o discurso da necessidade de formação “para” e “com” tecnologia. Tal perspectiva se adapta bem aos princípios do *Technological Pedagogical Content Knowledge* ou Conhecimento Pedagógico e Tecnológico do Conteúdo (TPACK), que trata segundo Palis (2010) do conhecimento necessário aos professores para ensinar com e sobre tecnologia em suas áreas disciplinares, nos diferentes níveis escolares.

Portando, em consonância com as ideias de Zanette (2000) e do Parecer CNE/CES nº 1.302 de 2001, considero fundamental que essa discussão sobre uso de tecnologias, em especial, as tecnologias livres, sejam tratadas pedagogicamente

e como parte do instrumental dos cursos de licenciatura em matemática, favorecendo “seus letramentos”, no plural como propõem Soares (2002) e Dudeney, Hockly e Pegrum (2016), e aqui relacionados com o mundo digital, com a matemática, com as linguagens que entrelaçam ambas.

Acredito que o entendimento sobre tais questões, como sugerem as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica de 2013 e as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática de 2001, entre outros, possibilitem aos futuros professores contribuir para amenizar as desigualdades sociais. Pois estas, seguramente contribuem para a exclusão digital de parcela da sociedade brasileira, e que por amostra, também está presente nas escolas, especialmente nas escolas públicas da educação básica.

Assim, no decorrer desse estudo, além do prazer em compartilhar conhecimentos, seguindo princípios da filosofia do *software* livre, pude também, aperfeiçoar minha prática docente, influenciada desde início de carreira profissional quando passei a incorporar *softwares* de matemática e outras tecnologias digitais *online*. Tal interesse me levou, inclusive, a fazer uma nova graduação tecnológica na área de Análise de Sistemas, que me permite ampliar a visão sobre esse uso educacional. Nesse contexto, adquire novas perspectivas para pesquisas posteriores, relacionadas com questões de desenvolvimento de *softwares* livres de matemática ou aplicativos móveis, sob o ponto de vista construcionista ou ajustados ao TPACK.

Outra questão importante nesse processo foi ter propiciado uma transposição da prática tradicional da aula, saído da zona de conforto da sala de aula, para um espaço não necessariamente novo ou confortável, pois considero, que ambientes informáticos e espaços virtuais, também podem trazer situações inesperadas e desconfortáveis, mesmo quando bem planejadas. Um exemplo disso foi quando tivemos que trocar a tela pelo texto na atividade da sequência didática 1.

Partindo dessas reflexões iniciais, retorno aos objetivos do estudo. Assim, com relação ao primeiro objetivo específico da pesquisa, *Identificar os conhecimentos prévios do grupo de alunos do curso de Licenciatura em Matemática quanto ao uso de softwares livres de matemática e letramento digital*, acredito que



foi alcançado de acordo com os dados levantados no questionário inicial e durante as interações dos alunos com as tecnologias e *softwares* livres, propostas nas atividades didáticas.

Os resultados indicaram que o grupo de alunos estava incluído digitalmente, de acordo com os critérios da CGI.br (2016), porém, suas habilidades com uso de recursos tecnológicos para o ensino eram limitadas, inclusive as habilidades daqueles que já possuíam algum conhecimento de programação ou de *softwares* matemáticos, como Geogebra e Matlab, explorados em disciplinas anteriores. Aparentemente, essa limitação se deve ao fato de estes alunos não terem se apropriado pedagogicamente desses instrumentos, pois os usavam apenas como ferramentas para solucionar problemas pontuais da matemática ou da informática.

Com relação ao segundo objetivo, *Desenvolver e explorar conceitos matemáticos e linguagem simbólica em ambiente computacional a partir dos softwares livres SageMath e Calc.*, verifico que foi satisfeita pelo desenvolvimento das sequências didáticas, em que puderam solucionar situações matemáticas e estatísticas, mediante interpretação e implementação de comandos, inicialmente mais acessíveis e intuitivos no *software Calc*.

Ao usar o *Calc*, os alunos desenvolveram a planilha de orçamento familiar, onde mobilizaram conhecimentos de aritmética e noções básicas de finanças. Além disso, desenvolveram algumas estatísticas descritivas, mediante funções automáticas (usando o *mouse* para acessar atalhos e menus) ou escritas simbólicas manuais (escrita de expressões diretamente na célula, usando suas referências de linha e coluna na folha de cálculo). Tais funções serviram para calcular a média aritmética, a mediana, os quartis, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação, dos dados propostos nas atividades.

Posteriormente, exploraram o *SageMath*, de modo menos intuitivo e com maior dificuldade, ao implementarem, em linguagem R ou sage, os comandos para desenvolver alternativas de cálculo para algumas das estatísticas trabalhadas anteriormente no *Calc* (média, mediana e quartis). Também foram desenvolvidas algumas tabelas de frequência e gráficos de barras e setores, bem como, solucionadas algumas questões relativas a equações da reta (equação geral, equação reduzida, raízes e representação gráfica).

No que tange ao terceiro objetivo, *Favorecer o letramento digital dos alunos a partir do reconhecimento dos aspectos didáticos e pedagógicos da inclusão das tecnologias digitais*, em meu entender, foi atingido à medida que os alunos interagiram com as próprias sequências didáticas (sob minha mediação). A partir delas, precisaram ler, escrever, e produzir soluções em linguagem matemática e natural, mediados por diferentes ferramentas digitais.

Isso ocorreu desde o primeiro momento, a partir das leituras dos textos e hipertextos, que culminaram na produção dos mapas mentais, apresentados em seminários em grupo, inclusive com uso de ferramentas digitais complementares, como *prezi* e *cmaptools*. Além disso, as demais atividades exigiram dos alunos, que interagissem virtualmente em ambientes virtuais, como o AVEA do moodle e o COCALC, nos quais boa parte de suas ações foi executada.

Por último, referente ao objetivo de *Avaliar as limitações e potencialidades dos softwares livres de matemática SageMath e Calc nos processos de letramento digital e aquisição de conhecimentos matemáticos*, avalio que em parte foi satisfeito pela própria avaliação desenvolvida com base na metodologia SOFTMAT de Batista (2004). Segundo o autor, por meio dela ficam evidentes os pontos fortes e fracos dos *softwares*, com relação aos quatro aspectos definidos no questionário de avaliação, quais sejam: o contexto geral (caracterização educacional) e sua interação; sua facilidade de instalação e utilização; sua interface e usabilidade; e seu potencial para tratar de conteúdos da matemática ou da estatística, entre outros.

Diante disso, os alunos perceberam que o *Calc* é mais acessível, quando explorado em situações corriqueiras da matemática (organização e simplificação de dados numéricos, cálculos matemáticos e estatísticos automáticos ou por fórmulas manuais, etc.), como uma espécie de calculadora avançada. Isso significou que o nível de conhecimento dos alunos foi propício ao desenvolvimento das atividades propostas para o *Calc*, exceto em alguns casos, em que os alunos tiveram dificuldades de formular manualmente os cálculos feitos de forma automática.

Entretanto, perceberam que, para executar cálculos matemáticos ou gráficos mais complexos, o *SageMath* seria mais indicado. No entanto, essa vantagem só poderia ser aproveitada ao máximo, se houvesse um domínio particular sobre a

linguagem de programação que ele interpreta, algo que, a meu ver, não foi possível nesta intervenção, por questão de tempo e por limitação das próprias sequências didáticas. Nesse contexto, os alunos puderam desenvolver as atividades no *SageMath* em nível introdutório e resolveram, com certa dificuldade, os cálculos relacionados com os gráficos estatísticos e com a equação da reta.

Diante dos argumentos citados anteriormente, acredito ter obtido uma resposta satisfatória ao problema desta pesquisa: *como os softwares SageMath e o Calc contribuem para o processo de letramento digital e aquisição de saberes matemáticos de um grupo de discentes do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFBA)?* Compreendi com relação à aquisição de conhecimentos matemáticos e estatísticos, que os alunos partiram de seus próprios conhecimentos e experiências para alcançar algo que era novo para eles, como por exemplo, construir um *script* que retorna a raiz de uma equação linear com uma variável, ou então, avaliar os dados descritivos de um conjunto de números aplicando um único comando. Portanto, não seria coerente de minha parte considerar que se encontravam, ao final da intervenção, com os mesmos saberes iniciais. Nesse sentido, acredito que foi produzido um “aprendizado por meio do fazer, do colocar a mão na massa”, conforme sugerem Valente e Freire (2001, p. 34), que ainda reforçam, dizendo que o “envolvimento afetivo torna o aprendizado significativo”.

Já com relação ao letramento digital, seguiu a mesma trajetória dos conhecimentos matemáticos. Partiu-se de um conhecimento já prévio para um conhecimento não explorado pelos alunos. Um bom exemplo disso foi quando eles construíram as planilhas de orçamentos familiares. Alguns nunca haviam pensado em explorar esse tipo de atividade num tipo de ferramenta como a planilha eletrônica, mesmo que essa já tivesse sido assimilada em parte por eles. Tampouco pensaram em usar um sistema algébrico complexo e livre como o *SageMath*, no lugar de outro já conhecido como Matlab, que possui alto custo na licença.

Além disso, a necessidade de postar suas produções num ambiente virtual AVEA, que serviu de apoio aos processos metodológicos da pesquisa, com suas dinâmicas de acesso e ferramentas internas (diários, fóruns, e espaços de troca de

arquivos e comunicação, etc.), também possibilitou que os alunos descobrissem uma nova forma de interagir com colegas, que era desconhecida para a maioria.

Para mim foi motivador ver os alunos assumirem posturas mais ativas e críticas, ao refletirem sobre o contexto do ensino com tecnologias digitais. Em seus relatos, os alunos reconhecem que as ferramentas tecnológicas propostas, de formas específicas e em contextos podem ser produtivas e facilitadoras do processo de aprendizagem, pois possibilitaram que buscassem a informação, para depois construir suas próprias conjecturas sobre os conceitos estudados.

Observei nesse contexto, que a presença real do professor e a informação escrita, fora do hipertexto, como por exemplo, apostilas e livros, foi uma solicitação frequente, e retrata a forte influência do paradigma tradicional das experiências formativas dos alunos. O estímulo frequente à reflexão sobre as práticas que ocorriam na intervenção, ensejou novos olhares sobre estas novas formas de aprender, e que segundo Delors et al (2010) são requeridas ao aprendiz do século XXI, e apoiam-se sobre quatro pilares: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser.

Em síntese, acredito que estes pilares estiveram presentes em grande parte das etapas da prática de intervenção pedagógica, e nesse sentido, confrontei o modelo de ensino centrado no conteúdo, ainda muito comum nas instituições de ensino superior, conforme relata Kenski (2007, 2014), para dar espaço ao ensino centrado no aluno. Assim, pude fazê-los pensar sobre que futuros formadores eles desejavam ser, considerando em especial, o desafio de formar aqueles que no futuro serão excluídos digitalmente nas escolas, as mesmas escolas públicas que nos últimos anos, com base no relatório da CGU de 2015, fazem do computador (ou mais precisamente, seus *softwares* educativos) um instrumento subutilizado ou inoperante, ou até mesmo, inexistente.

Devo destacar, que o processo de construção dessa pesquisa produziu dificuldades ao mesmo tempo que permitiu superações. Foi difícil lidar com as necessidades de tempo, para cumprir os prazos e recomendações da minha orientadora, dificuldades, muitas vezes motivada por questões familiares e profissionais, pois, em momento algum pude estar liberado de minhas rotinas diárias para me dedicar exclusivamente a pesquisa.

Acredito que fiz o que foi possível, manipulando as horas livres e seguindo as orientações, para satisfazer as demandas necessárias para viabilização desse estudo. Outro aspecto dessa dificuldade, está relacionado a minha pouca experiência como pesquisador, apesar de ter ensaiado muito bem, durante as três pesquisas *lato-senso* que conclui, mas nenhuma delas necessitou de tanta dedicação e envolvimento.

Ao finalizar as etapas dessa pesquisa, que culminaram nessa dissertação, renovo minha motivação para continuar aprendendo e pesquisando sobre os temas abordados (ensino da matemática, tecnologias digitais, programação a partir de softwares educacionais livres). Acredito, que tais temas, não só estão relacionados como convergem para algo próximo do conceito de Conhecimento Pedagógico e Tecnológico do Conteúdo (TPACK). Tal perspectiva, indiretamente, também esteve presente nos processos desenvolvidos na investigação, e talvez, definir com maior precisão essa convergência, estabelecendo conexões entre os níveis de aprendizagem matemática e as formas de interação dos sujeitos nesse processo pedagógico, possam ser razão da continuidade dessa pesquisa.

A partir desse estudo, espero favorecer a concepção positiva do uso das TDIC no curso de licenciatura em matemática ou em outros cursos, em diferentes níveis educacionais. Além disso, acredito que os resultados desse trabalho possam contribuir como fonte de informação e reflexão, para outros pesquisadores na área de ensino da matemática, em especial aos interessados por ensino mediado por tecnologias livres.

Tenho muito a agradecer ao curso de o mestrado profissional em Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES, que propiciou essa dissertação, pois nele, pude refletir e aprender novos conhecimentos, e aperfeiçoar os que já possuíam. Estes saberes foram imprescindíveis no desenvolvimento dessa pesquisa, e agora contribuo de forma recíproca com aquilo que pude produzir de conhecimento.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMANN, E. K. **Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference?**. Future of learning group publication. 2001. Disponível em: < [http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20\\_%20Papert.pdf](http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf)>. Acesso em 10 de julho de 2016.

AFONSO, Adriano. RAMOS, Sérgio. PACHECO Gustavo B. MORAIS, Denny. FARINHA, Rita. **Folha de cálculo Calc**. Lisboa – Portugal: ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa, 2014. Disponível em: <[https://wiki.documentfoundation.org/images/2/2b/Manual-tic\\_0778-Folha\\_de\\_Calculo.pdf](https://wiki.documentfoundation.org/images/2/2b/Manual-tic_0778-Folha_de_Calculo.pdf)>. Acesso em 10 de junho de 2017.

ALMEIDA, Jadilson Ramos de. Formação dos futuros professores de matemática para o uso das tic: o caso da licenciatura em matemática do centro de educação e saúde da universidade federal de campina grande. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, XI., 2013, Curitiba , Paraná. **Anais...** Brasília:SBEM,2013.Disponívelem<<http://sbem.web1471.kinghost.net/anais/XIENEM/>>. Acesso em 10 de fev. 2016.

ANDRADE, Wilkens Lenon Silva de. **Aprendizagem mediada por tecnologias digitais baseadas em software livre no âmbito do programa um computador**

**por aluno - prouca.** 2013. 173 f. Dissertação (Mestrado). Educação Matemática e Tecnológica. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE, 31 de janeiro de 2013.

ARAÚJO, Verônica D. Lima; GLOTZ, Raquel E. Oliveira. **O letramento digital como instrumento de inclusão social e democratização do conhecimento: desafios atuais.** Revista Paidéia - Revista Científica de Educação a Distância, v. 2, n. 1, 2009. Disponível em: < <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0054.html> >. Acesso em 16 de junho de 2016.

BACICH, L.; MORAN, J. M. **Aprender e ensinar com foco na educação híbrida.** 2015. Disponível em: < <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2015/07/hibrida.Pdf> >. Acesso em 19 de setembro 2017.

BARCELOS, Gilmara Teixeira; BATISTA, Silva Cristina Freitas. Formação de professores de matemática: uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, X., 2010, Salvador, Bahia. **Anais..** Brasília: SBEM, 2010. Disponível em: < <http://www.gente.eti.br/lematec/CDS/ENEM10/> >. Acesso em 10 de fev. 2016.

BASTOS, João A. de Souza L. A. **Educação e tecnologia.** Revista Educação e Tecnologia. UTFPR: Curitiba 2007. Disponível em: < <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/revedutec-ct/article/view/1007/601> >. Acesso em 12 de julho de 2016.

BATISTA, S. C. F. SoftMat: **Um Repositório de Softwares para Matemática do Ensino Médio - Um Instrumento em Prol de Posturas mais Conscientes na Seleção de Softwares Educacionais.** Dissertação (Mestrado em Ciências de Engenharia). Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 2004, 202p. Disponível em: <<http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/softmat/metodologia1>>. Acesso em 23 de novembro de 2016.

BICUDO, M. A. V. **Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Qualitativa Segundo a Abordagem Fenomenológica.** In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.) Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

BORBA, M. de Carvalho. PENTEADO, M. Godoy. **Informática e Educação Matemática.** 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2005, 100 p.

BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.) **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

BORBA, M.C., SILVA, R.S.R, GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática**, Sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BORBA, M. de Carvalho. **Softwares e Internet na sala de aula de matemática**. In: X Encontro Nacional de Educação Matemática, 2010, Salvador. **Anais do X Encontro Nacional de Educação Matemática**, Salvador, BA, 2010, p. 2-4. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/gpimem/downloads/artigos/borba/marceloxenen.PDF>>. Acesso em 10 de agosto 2016.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação Matemática: uma introdução à teoria e aos métodos**. Lisboa: Porto Editora, 1994.

BRASIL.. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB. 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a distância. **Programa Nacional de Informática na Educação: Proinfo**, diretrizes. Brasília, DF: MEC/SEED, 1997a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997b.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CES nº 1.302/2001**. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática Bacharelado e Licenciatura. Brasília, 2001.

\_\_\_\_\_.Ministério da Educação e do Desporto. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a distância. **Programa Nacional de Informática na Educação: Proinfo**. Brasília, DF: MEC/ SEED, 2007.



\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC/SEB, 2013.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União. **Política pública de inclusão digital**. Brasília: TCU, SeinfraAeroTelecom, 2015. 76 p.

BUZATO, Marcelo El Khouri. **O letramento eletrônico e o uso do computador no ensino de língua estrangeira: contribuições para a formação de professores**. 2001. 188 f. (Dissertação de mestrado), IEL, Unicamp, São Paulo: 2001.

BUZATO, Marcelo El Khouri. **Entre a fronteira e a periferia : linguagem e letramento na inclusão digital**. 2007. 285 f. (Tese de Doutorado), IEL, Unicamp, São Paulo: 2007.

CAMPOS, Augusto. **O que é software livre**. BR-Linux. Florianópolis, março de 2006. Disponível em: <<http://br-linux.org/linux/faq-softwarelivre>>. Acesso em 16 de Dezembro de 2016.

CANO, Cristina Alonso. **Os recursos da informática e os contextos de ensino e aprendizagem**. In: SANCHO, Juana M. Para uma tecnologia educacional. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

\_\_\_\_\_. **A galáxia da Internet**: reflexões sobre a *Internet*, os negócios e a sociedade. Trad. Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

CASTELLS, M., CARDOSO, G. **A Sociedade em Rede: Do Conhecimento à Acção Política**. 2005. Imprensa Nacional: Casa da Moeda. Disponível em: <[http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/a\\_sociedade\\_em\\_rede\\_-\\_do\\_conhecimento\\_a\\_acao\\_politica.pdf](http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/a_sociedade_em_rede_-_do_conhecimento_a_acao_politica.pdf)>. Acesso em 20 de setembro 2016.

CHEMIN, Beatris Francisca. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 2. ed. Lajeado: UNIVATES, 2012.

CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria Geral da Administração**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

COSCARELLI, Carla Viana. **Alfabetização e Letramento Digital**. In: Carla Coscarelli; Ana Elisa Ribeiro (orgs.). *Letramento digital: aspectos sociais e possibilidades pedagógicas*. – cap. 2. 3ª. ed. – Belo Horizonte: Ceale, Autêntica, 2015. p. 25-40.

\_\_\_\_\_. **O uso da INFORMÁTICA como instrumento de ensino-aprendizagem**. PRESENÇA PEDAGÓGICA. v.4 n. 20. mar./abr. 1998. Disponível em: < [https://www.academia.edu/482386/O\\_uso\\_da\\_inform%C3%A1tica\\_como\\_instrumento\\_de\\_ensino-aprendizagem](https://www.academia.edu/482386/O_uso_da_inform%C3%A1tica_como_instrumento_de_ensino-aprendizagem).> Acesso em 12 de novembro de 2016.

Comitê Gestor da *Internet* no Brasil (CGI). **TIC Educação 2013: Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação no Brasil** [livro eletrônico]: TIC domicílios e empresas. São Paulo: Comitê Gestor da *Internet* no Brasil, 2013.

\_\_\_\_\_. **TIC Educação 2014: Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação no Brasil** [livro eletrônico]: TIC domicílios e empresas. São Paulo: Comitê Gestor da *Internet* no Brasil, 2014.

\_\_\_\_\_. **TIC Educação 2016: Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação no Brasil** [livro eletrônico]: TIC domicílios e empresas. São Paulo: Comitê Gestor da *Internet* no Brasil, 2016.

COX, Kenia K. **Informática na educação escolar**. 2.ed. Campinas-SP:Autores Associados, 2008.

CRUZ, G. **A matemática na programação e desenvolvimento de software**. *Ciência e Tecnologia*. 2014. Disponível em: <<https://cienciaetecnologias.com/matematica-na-programacao-desenvolvimento-software/>>. Acesso em 26 janeiro de 2018.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Prefácio. In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola (Org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. 2. ed. ampl. e rev. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

DEMO, Pedro. Pedro Demo aborda os desafios da linguagem no século XXI. In: Salgado, Maria Umbelina Caiafa; Amaral, Ana Lúcia Amaral. **Tecnologias da educação: ensinado e aprendendo com as TIC** : guia do cursista. Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação à Distância; 2008. 208 p.

DIAS, Fabrício Ferreira. **O uso da planilha eletrônica Calc no ensino de matemática no primeiro ano do ensino médio**. 2013. Dissertação (Mestrado). Matemática, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa –MG. 18 de março de 2013.

DIAS, Larissa Sato; PINHEIRO, Sheila Costa Vilhena; LIMA, Ana Cristina Cristo Vizeu. Informática aplicada ao ensino de ciências- EDUCIMAT. Vol.35. Belém: EDUFPA, 2008. Disponível em: < <http://www.ufpa.br/par/files/Modulos/vol35.pdf> >. Acesso em 12 de novembro de 2016.

DOWNING, Douglas; CLARK, Jeffrey. **Estatística Aplicada** (Tradução de Alfredo Alves de Farias). 3 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

DUDENEY, Gavin; HOCKLY, Nick; PEGRUM, Mark. **Letramentos digitais**. Tradução de Marcos Marcionilo. 1. ed. São Paulo: Parábola editorial, 2016.

FERREIRA, J. **Integração: educação, tecnologia e sociedade**. Disponível em:<[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/EAD/INTEGRACAO.PDF](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/EAD/INTEGRACAO.PDF)>. Acesso em 20 de setembro 2016.

FIGUEIRE, L. A. **Atividades digitais e a construção dos conceitos de proporcionalidade: uma análise a partir da teoria dos campos conceituais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010, 240 p. Tese (Doutorado em Informática na Educação) –Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, UFRGS, Porto Alegre, 2010.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2009 (Coleção formação de professores).

FONSECA, M. C. F. R. **A educação matemática e a ampliação das demandas de leitura escrita da população brasileira**. In: FONSECA, M. C. F. R. (Org.). Letramento no Brasil: habilidades matemáticas. São Paulo: Global, 2004. p. 11-28.

FRADE, Isabel Cristina A. da Silva. **Alfabetização digital: problematização do conceito e possíveis relações com a pedagogia e com aprendizagem inicial do sistema de escrita**. In: Carla Coscarelli; Ana Elisa Ribeiro (orgs.). Letramento digital: aspectos sociais e possibilidades pedagógicas. Belo Horizonte: Ceale; Autêntica, 2015. p. 59-83.

FREITAS, Maria Teresa, **Letramento digital e formação de professores**, in: Educação em Revista nº 03, Belo Horizonte, dez. 2010, p. 335-352.

FREIRE, Fernanda M.P. PRADO, Maria E. B.B. **O computador em sala de aula: articulando saberes**. Campinas, São Paulo: UNICAMP/NIED, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

\_\_\_\_\_. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. 12. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2009. 184 p.

\_\_\_\_\_. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. 7. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2002. 184 p.

GODIM, José. **Princípios Éticos**. 2003. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/bioetica/princip.htm>>. Acesso em 21 de dezembro de 2016.

GOULART, Cecília. **Letramento e novas tecnologias: questões para a prática pedagógica**. In: Carla Coscarelli, Ana Elisa Ribeiro (orgs.). Letramento digital: aspectos sociais e possibilidades pedagógicas / cap. 3. 3ª. ed. – Belo Horizonte: Ceale; Autêntica, 2015. p. 41- 58.

GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. C. **A Aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados**. Informática na Educação:Teoria e Prática. v. 2, n. 1. Porto Alegre: UFRGS, 1999.

GRAVINA, M.A.; BASSO, M.V.; BURIGO, E.; GARCIA, V.(Org.). **Matemática, Mídias Digitais e Didática - tripé para formação de professores de Matemática**. 1. Ed.. Porto Alegre: Editora UFRGS, v. 1, 2012.

JUNIOR, Francisco S. Cavalcante. **Letramentos para um mundo melhor**. Campinas- SP:Editora Alínia, 2009

JUNIOR, Cícero C..PARIS, Wanderson S.. **Informática, Internet e Aplicativos**. Curitiba: Ibplex, 2007.

KEMMIS, S.. WILKINSON, M. (2008). **Pesquisa-ação participativa e o estudo da prática**. In: Pereira, Júlio E. Diniz e Zeichner, Kenneth M. A pesquisa na formação e no trabalho docente. 1ª edição. Belo Horizonte: Autêntica.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papirus, 2007.

\_\_\_\_\_. **Tecnologias e Tempo docente**. 1ª reimpr. Campinas; São Paulo: Papirus, 2014.

KLEIMAN, Ângela B. **Os significados de Letramento: uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita**, 2.ed.. Campinas- SP: Mercado das Letras, 2012.

LAKATOS, E. Maria; MARCONI, M. de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica: Técnicas de pesquisa**. 7 ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

LAUDON, Kenneth C.; Laudon, Jane P.. **Sistemas de de informação gerenciais** 11ª edição ed. São Paulo, Brasil: Pearson Education do Brasil, 2014.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LÉVY, Pierre. **Cibecultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

\_\_\_\_\_. **Inteligência coletiva: para uma antropologia do ciberespaço**. São Paulo: Loyola, 2007.

LONDON, Jack. **Navegar é preciso?** Rio de Janeiro: Campus, 2004.

MACHADO, Celso Pessanha. **Investigando o uso de softwares educacionais como apoio ao ensino de matemática**. 2011. 83 f. Dissertação (Mestrado). Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 28 de março de 2011.

MAGINA, S. **O Computador e o Ensino da Matemática**. Revista Tecnologia Educacional, v.26, n.140, p. 41-45, Jan./Fev./Mar. 1998.

MARINHO, S. P. P.; LOBATO, W. **Um olhar discente sobre a tecno-ausência na formação inicial do professor da educação básica**. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Educação. Relatório técnico de pesquisa. 2007, 124p.

MARTINS, Egídio Rodrigues. **O uso dos softwares Winplot e Winmat no Curso de Licenciatura em Matemática: potencialidades, possibilidades e desafios**. 2013. Dissertação (Mestrado). Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 26 mar. 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/326>>.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estatística geral e aplicada**. 3ª Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

MARTINS, Maria Eugénia Graça. **Análise de Dados: Introdução às técnicas de Amostragem, introdução à Estimação, introdução aos testes, métodos não paramétricos**. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2009. Disponível em: < <http://arquivoescolar.org/bitstream/arquivo-e/98/1/An%C3%A1lise%20de%20dados.pdf>>. Acesso em 02 de outubro de 2017.

MORAN, José Manuel. MASETTO, Marcos T. BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas Tecnologias e Medicação Pedagógica**. 21ª edição revisada e atualizada. Campinas, SP: Papirus, 2015.

MORAN, J. M. (1995). **Novas tecnologias e o re-encantamento do mundo.** Tecnologia Educacional, v.23, n.126. p. 24-26. Disponível em: < <http://www.eca.usp.br/prof/moran/novtec.htm> >. Acesso em 02 de maio de 2015.

MORAES, Roque. GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva.** 2. Ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

MUELLER, Liliane Carine. **Uso de recursos computacionais nas aulas de matemática.** 2013. Dissertação (Mestrado). Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 08 mar. 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/306>>.

OLIVEIRA, Francisco César de ; SANTIN, Rafael ; KIRNER, C. . **Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada para Educação à Distância.** In: 5º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, 2008, Bauru. Anais do 5º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada. Bauru: Editora da UNESP, 2008. v. 1. p. 20-28.

PACHECO, Gustavo B.. **Guia de introdução às funções do LibreOffice Calc.** 2013. Disponível em : < <https://documentation.libreoffice.org/assets/Uploads/Documentation/pt-br/OutrosDocs/Guia-de-Introducao-as-Funcoes-do-LibreOffice-Calc.pdf> >. Acesso em 10 de julho de 2017..

PAIS, Luiz C. **Educação escolar e as tecnologias da informática.** 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. 165 p.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Porto Alegre: Artmed, 1994.

PEREIRA, Júlio Cesar Rodrigues. **Análise de dados qualitativos:** estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais. 3. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

PEREIRA, Danilo Moura; SILVA, Gislane Santos. **As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como aliadas para o desenvolvimento.** Vitória da Conquista-BA: Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas n. 10, 151-174, 2010.

PIVA, M. de Carvalho; DORNELES, Lecir D.; SPILIMBERGO A. Patrícia. **Utilizando softwares livres para explorar conceitos de trigonometria**. In: X Encontro Nacional de Educação Matemática, 2010, Salvador. **Anais do X Encontro Nacional de Educação Matemática**, Salvador, BA, 2010, p. 2-4. Disponível em < [http://www.lematec.net.br/CDS/ENEM10/artigos/RE/T15\\_RE\\_112.pdf](http://www.lematec.net.br/CDS/ENEM10/artigos/RE/T15_RE_112.pdf) >. Acesso em 10 de agosto 2016.

POHLERT, Thorsten. **The Pairwise Multiple Comparison of Mean Ranks Package (PMCMR)**. 2016. Disponível em: < <https://cran.r-project.org/web/packages/PMCMR/PMCMR.pdf> >. Acesso em 12 de agosto de 2017.

PRENSKY, Marc. **Digital Natives, Digital Immigrants**. MCB University Press, Vol. 9, n. 6. 2001. Disponível em: <[http://www.colegiongeracao.com.br/novageracao/2\\_intencoes/nativos.pdf](http://www.colegiongeracao.com.br/novageracao/2_intencoes/nativos.pdf)>. Acesso em 12 de julho de 2016.

RAMOS, Sérgio. **Tecnologias de Informação e Comunicação**. 2008. Disponível em: [http://livre.fornece.info/media/download\\_gallery/recursos/conceitos\\_basicos/TIC\\_Conceitos\\_Basicos\\_SR\\_Out\\_2008.pdf](http://livre.fornece.info/media/download_gallery/recursos/conceitos_basicos/TIC_Conceitos_Basicos_SR_Out_2008.pdf). Acesso em junho. de 2016.

RESNICK, M. et al. **Scratch: programming for all**. Communications of the ACM, v. 52, n. 11, p. 60-67, 2009.

ROJAS, Alexandre; RITTO, Antonio Carlos de Azevedo; BARBOSA, Augusto Cesar Castro. **O software livre para o ensino da matemática em instituições de ensino superior – uma tecnologia social**. Cadernos do IME : Série Informática: Vol. 25 : Julho de 2008.

SANCHO, J. M. (org.). **Para uma tecnologia educacional**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SANTOS, Acárem C. Ferreira dos; MACÊDO, Josué A. de. A utilização das tecnologias digitais na formação inicial de professores de matemática e física. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, XI., 2013, Curitiba , Paraná.



**Anais...** Brasília: SBEM, 2013. Disponível em: < <http://sbem.web1471.kinghost.net/anais/XIENEM/> >. Acesso em 10 de fev. 2016.

SELFE, C. L. **Technology and literacy in the twenty-first century: the importance of paying attention**. Chicago: Southern Illinois University Press, 1999.

SILVA, B. Fontana, DINIZ, Jean. BORTOLUZZI, M. Américo. **Minicurso de Estatística Básica: Introdução ao Software R**. 2009. Disponível em: < <http://www.ufsm.br/pet-ee> >. Acesso em 12 de junho de 2016.

SILVA, Fabrício R. H. da e ALENCAR, Ricardo de S. **Estudo sobre os benefícios e os riscos de segurança na utilização de cloud computing**. 2011. Disponível em : <[https://fabriciorhs.files.wordpress.com/2011/03/cloud\\_computing.pdf](https://fabriciorhs.files.wordpress.com/2011/03/cloud_computing.pdf)> . Acesso em 12 de julho de 2017.

SILVA, Edison; UTSUMI, Miriam Cardoso. Informática e educação: com a palavra os licenciandos. . In: Encontro Nacional de Educação Matemática, IX., 2007, Belo horizonte , Minas Gerais. **Anais...** Brasília: SBEM, 2007. Disponível em < [http://www.sbembrasil.org.br/files/ix\\_enem/index.htm](http://www.sbembrasil.org.br/files/ix_enem/index.htm) >. Acesso em 10 de fev. 2016.

SOARES, Magda. **Letramento: um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

\_\_\_\_\_. **Novas práticas de leitura e escrita: letramento na cibercultura**. Educação & Sociedade: Revista de Ciência da Educação / Centro de Estudos de Educação e Sociedade. Campinas: CEDES, vol. 23, n. 81, p. 143, dez. 2002.

\_\_\_\_\_. **Alfabetização e letramento: Caminhos e Descaminhos**. Revista Pátio. Ano VIII, n. 29, fev./abr. 2004.

SOUSA, Robson P.; SERAFIM, Maria L.. **Multimídia na educação: o vídeo digital integrado ao contexto escolar**. In: SOUSA, Robson P.; MOITA, Filomena da M. C da S. C.; CARVALHO, Ana Beatriz G.(Organizadores). Tecnologias digitais na educação. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

SOUZA, V. V. Soares. **Letramento digital e formação de professores**. Revista Língua Escrita, n. 2, p. 55-69, dez. 2007.

SOUZA, E. F Maia, PETERNELLI, L. Alexandre, MELLO, M. Pupin. **Software Livre R: aplicação estatística**. 2016. Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABpiUAC/apostila-r-genmelhor>>. Acesso em 20 de julho de 2017.

STEIN, William e JOYNER, David. SAGE. **System for Algebra and Geometry Experimentation**. ACM SIGSAM Bulletin, volume 39, number 2, p. 61--64, 2005. Disponível em : < [http://www.SageMath.org/files/sage\\_stein2005.pdf](http://www.SageMath.org/files/sage_stein2005.pdf)>. Acesso em 12 de março de 2016.

STEIN, William. **Mathematical Software and Me: A Very Personal Recollection**. 2009. Disponível em: < <http://wstein.org/mathsoftbio/history.pdf> >. Acesso em 12 de março de 2016.

TÁBARA, J. L. **Matemáticas Elementales con Sage**. 2009. Disponível em: < [www.SageMath.org.com](http://www.SageMath.org.com) >. Acesso em 27 de Junho de 2017.

TAJRA, Sammya. F. **Informática na Educação: Novas Ferramentas Pedagógicas para o Professor na Atualidade**. 8ª Edição Revisada e Ampliada. São Paulo: Editora Érica, 2008.

TAKASE, Sônia **Impacto da revolução tecnológica na dimensão humana da informação**. 2007. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Informação). Universidade de Brasília-UNB, aprovado em 23 de março de 2007.

THIOLLENT. Michel. **Metodologia Da Pesquisa - ação**. 18ª ed.. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

TOSTE, Adriana Maria Balena. **Matemática inclusiva, situações didáticas e tecnologia: um estudo de caso no ensino superior**. 2013. Dissertação (Mestrado). Educação Matemática. Universidade Severino Sombra, 26 mar. 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/326>>.

TOSCANO, Marcia. **Letramento digital**. Disponível em: <<http://matematicaffascinante.blogspot.com.br/2013/06/letramento-digital-marcia-toscano.html>>. Acesso em 11 de Maio de 2015.

VALENTE, José.A. **O uso inteligente do computador na educação**. Pátio: Revista pedagógica: Inteligência: dimensões e perspectivas. v.1, ano 1, p. 18-21, maio/junho, 1997.

\_\_\_\_\_. **Informática na educação: instrucionismo x construcionismo**, 1997. Disponível em: < <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0003.html> >. Acesso em 16 de Julho de 1996.

\_\_\_\_\_. **Diferentes usos do computador na educação**. 1998. Disponível em: < <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0022.html> > . Acesso em 19 de março de 2016.

\_\_\_\_\_., organizador. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, SP:UNICAMP/NIED, 1999. 156p.

\_\_\_\_\_. **As tecnologias digitais e os diferentes letramentos**. Pátio: Revista Pedagógica, Porto Alegre , v.11,n.44 , p.12-15, jan. 2008.

VIEIRA, Fábila Magali Santos. **Avaliação de Software Educativo: Reflexões para uma Análise Críteriosa**, 1999. Disponível em: < <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0001.html> >. Acesso em 16 de julho de 2016.

VIEIRA, Sonia. **Como elaborar questionários**. Atlas: São Paulo, 2009.

XAVIER, Antonio Carlos dos Santos. **Letramento digital e ensino. Alfabetização e letramento: conceitos e relações**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005 p. 133-148.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZANETTE, Elisa Netto. **A informática na Educação Matemática: O uso do computador no processo educativo no curso de Licenciatura em Matemática, na perspectiva de Aperfeiçoamento da prática profissional**. (Mestrado em Educação). CRICIÚMA: Instituto Pedagógico Latinoamericano e Caribenho, 2000. Disponível em:< <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ea000216.pdf> >. Acesso 14 agosto de 2016.

## APÊNDICE A – Termo de concordância da direção da instituição de ensino

### INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA


#### CAMPUS BARREIRAS

TERMO DE CONCORDÂNCIA DA DIREÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO  
À senhora Diretora Geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFBA,  
campus Barreiras Dícíola Figueiredo de Andrade Baqueiro.

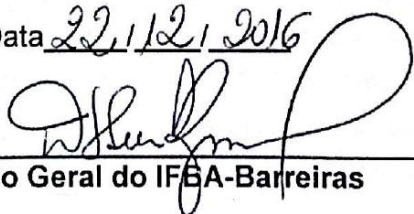
Eu, Demson Oliveira Souza, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário UNIVATES de Lajeado, RS, venho solicitar a autorização para usar o nome da instituição no texto produzido e para coletar dados neste estabelecimento de ensino para realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: “O LETRAMENTO DIGITAL EM UM CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA NO OESTE DA BAHIA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES A PARTIR DOS SOFTWARES LIVRES SAGEMATH E CALC”. O objetivo geral desta investigação é analisar as potencialidades e limitações do uso dos softwares Matemáticos livres *SageMath* e *Calc*, no processo de letramento digital dos discentes do curso de licenciatura plena em matemática do IFBA, campus Barreiras.

Afirmo ainda, que as coletas de dados serão realizadas por meio de observações, questionários, fotografias, entrevistas com alunos e professores e sequências didáticas aos alunos do referido curso.

Desde já, agradeço pela disponibilidade da instituição em participar da pesquisa que visa contribuir para o desenvolvimento do ensino da Matemática dentro e fora da instituição.

  
Demson Oliveira Souza  
Mestrando em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES

Pelo presente termo de concordância eu, Dícíola Figueiredo de Andrade Baqueiro, Diretora Geral, declaro que autorizo a realização da pesquisa prevista no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFBA, campus Barreiras.

Data 22.12.2016  


Direção Geral do IFBA-Barreiras

Dícíola Figueiredo A. Baqueiro  
Diretora Geral  
Port. 1260/2014  
IFBA/Campus Barreiras

## APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido

### INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA CAMPUS BARREIRAS

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o (a) Sr (a) para participar da Pesquisa “O LETRAMENTO DIGITAL EM UM CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA NO OESTE DA BAHIA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES A PARTIR DOS SOFTWARES LIVRES SAGEMATH E CALC” sob a responsabilidade do pesquisador Demson Oliveira Souza, que faz parte da dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, tendo como Orientadora a Professora Dr.<sup>a</sup> Márcia Jussara Hepp Rehfeldt.

O objetivo da pesquisa é “analisar as potencialidades e limitações do uso dos softwares Matemáticos livres *SageMath* e *Calc*, no processo de letramento digital dos discentes do curso de licenciatura plena em matemática do IFBA, campus Barreiras”, justificada por importância social do uso de software livre na de formação inicial do professor de matemática, para o exercício profissional e da cidadania na sociedade contemporânea.

Sua participação é voluntária e se dará por meio de participação de seminários, entrevistas gravadas em áudio, resolução de situações didáticas, preenchimento de questionários e formulário de avaliação de software, registro fotográfico.

Está de acordo que todo o processo de pesquisa está inscrito em rigorosos princípios éticos que garantem sigilo, privacidade e respeito, preservando sua integridade, bem como, será informado (a) sobre todos os passos da pesquisa, sobre o tratamento, os desdobramentos das articulações dos conteúdos, bem como do corpus elaborado.

Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são: desconforto em compartilhar informações acerca de suas concepções e experiências sobre uso de software livre no ensino ou aprendizagem da matemática; o constrangimento em responder alguma pergunta do questionário ou entrevista; o desconforto visual ou outro dano físico ao participar de atividade computacional em laboratório de informática. Nesses casos, terá plena liberdade de não responder a qualquer pergunta da pesquisa e tem a garantia de indenização diante de eventuais danos morais ou materiais decorrentes da pesquisa. Se você aceitar participar, estará contribuindo para melhorar sua formação inicial sobre o uso pedagógico de software livre no ensino da em matemática, e consequentemente com a melhoria de sua formação profissional, poderá favorecer a inclusão digital dos seus futuros alunos, além aperfeiçoar seu próprio processo de letramento digital pela prática desenvolvida na pesquisa.

Se depois de consentir em sua participação o Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço Rua Gileno de Sá Oliveira, 271 - Recanto dos Pássaros, Barreiras - BA, 47808-006, pelo telefone (77) 3612-9650 ou pelo telefone (74)99121-

1992 e e-mail: demsol10@gmail.com, ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/IFBA, Av. Araújo Pinho, Nº 39 - Canela - Salvador - BA 40.110-150, telefone (71) 3221-0332.

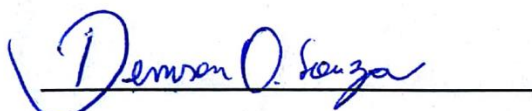
#### Consentimento Pós-Informação

Eu, Paulo William Oliveira Jesus Martins, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.



Assinatura do participante

Data: 26 / julho / 2017



Assinatura do Pesquisador Responsável

## APÊNDICE C – Questionário Inicial

### PERFIL DE ALUNOS DO CURSO (ENVIADO VIA E-MAIL PELO GOOGLE FORMS)

Objetivo: Identificar o perfil dos alunos do curso de licenciatura em matemática do IFBA-campus Barreiras e seus conhecimentos sobre *softwares* livres e *softwares* proprietários de matemática ou outras mídias digitais.

1. Qual a sua idade?
2. Qual seu gênero? ( ) masculino ( ) feminino
3. Em que semestre você está regularmente matriculado?
4. Que tipo de dispositivo computacional você dispõe em casa? (pode marcar mais de uma opção)  
 ( ) PC ( ) Notebook ( ) Tablet ( ) Smartphone  
 ( ) Não possuo nenhum destes?
5. Você dispõe de acesso à *internet* em sua casa? ( ) sim ( ) não
6. Em quais espaços você costuma usar computador ou *Notebook* conectado à *internet*? (pode marcar mais de uma opção)  
 ( ) Em casa ( ) No trabalho ( ) Na universidade ( ) Em *lan houses*  
 ( ) Na casa de amigos ou parentes
7. Você conhece algum *software* livre de matemático? ( ) sim ( ) não  
 Se sim anteriormente, qual ou quais?
8. Quais os tipos de *softwares* matemáticos que costuma usar para facilitar sua aprendizagem? (pode marcar mais de uma opção)  
 ( ) planilha eletrônica de cálculo ( ) cálculo e gráficos estatísticos  
 ( ) geometria dinâmica ( ) plotagem de gráficos  
 ( ) computação algébrica e numérica ( ) jogos matemáticos  
 ( ) programação de funções ou rotinas matemáticas  
 ( ) não se aplica pois não uso nenhum
9. Onde você fez uso desse(s) *software*(s) matemático(s)?  
 ( ) Em casa ( ) Sala de aula  
 ( ) Laboratório de informática da instituição ( ) Outro: \_\_\_\_\_  
 ( ) Não se aplica pois não uso nenhum
10. Com relação ao uso *software* de planilha eletrônica *Calc*, como se classificaria?

- ( ) Usuário Inicial (uso funções básicas da planilha, fórmulas e gráficos automáticos e formatação das células e tabelas).
- ( ) Usuário Intermediário (além da anterior, sei elaborar planilhas dinâmicas, formatar gráficos e seus dados, inserir fórmulas matemáticas e outras similares manualmente).
- ( ) Usuário Avançado (além das anteriores consigo inserir fórmulas complexas, macros e programar dentro da planilha).
- ( ) Não se aplica, pois não sei usar planilha eletrônica.

11. Com relação ao *software SageMath*, como se classificaria?

- ( ) Usuário Inicial (uso funções básicas do programa: cálculos algébricos e numéricos básicos, simplificar e fatorar expressões, plotagem de funções básicas da matemática).
- ( ) Usuário Intermediário (além da anterior, sei Calcular matrizes, inserir vetores, plotar gráficos matemáticos no plano, implementar e efetuar técnicas de Cálculo e Cálculo Numérico).
- ( ) Usuário Avançado (além das anteriores, consigo plotar gráficos matemáticos no espaço, usar funções interativas, programar scripts ou funções, programar em Python, etc.).
- ( ) Não se aplica, pois não sei usar o programa.

12. Conhece algum (ns) *software* (s) que funciona (m) diretamente na *internet* para ensino da matemática? ( ) sim ( ) não

Se sim anteriormente, qual ou quais?

13. Das disciplinas cursadas anteriormente no curso de Licenciatura em Matemática, cite qual ou quais delas você presenciou o uso da tecnologia informática, para o ensino ou aprendizagem da matemática ou área afim? Qual ou quais a(s) tecnologia(s) usada(s)?

14. Como você se relaciona com a tecnologia informática em seu dia a dia (casa, trabalho, instituição de ensino) ?

15. Qual sua visão sobre letramento digital na sociedade contemporânea?

16. Como você avalia a participação da instituição de ensino e de seus professores no seu processo de letramento digital?



## APÊNDICE D – Questionário de conhecimentos prévios

1ª - Imagine que você ao refletir sobre o uso da informática na educação matemática tomasse uma posição ideológica com relação ao seu uso. Conforme pode verificar no texto abaixo, essa posição pode assumir diferentes contextos diante das experiências e concepções apreendidas, porém cabe aqui afirmar que essa ou outra é a certa. Com base nas ideias do texto, qual a postura (Tecnófila ou Tecnófoba) estaria relacionada com os argumentos que cada um dos professores levantou?

**Observe o texto:**

**No mundo das novas tecnologias há euforia e lamento, um jogo entre “tecnófilos” e “tecnófobos”. Ambas as posições são inadequadas, porque são acríticas. Não cabe curvar-se ao determinismo tecnológico que resulta em aceitação basbaque, porque nenhum determinismo é historicamente real. Nem cabe propalar repulsa obsessiva, porque, sendo o mundo das novas tecnologias naturalmente ambíguo, há, entre tantas dubiedades, também belas promessas. A *internet* é também um “lixão”, mas é igualmente um horizonte que pode abrir novas oportunidades de autoria e cidadania. Procura-se uma posição mais sensata entre os extremos, marcada pelo “olhar do educador” (DEMO, 2009).**

**Prof.1** – O computador é um mal! Ele distancia os professores dos alunos. É uma ilusão tecnológica que causa graves problemas porque muda a finalidade educativa da escola:\_\_\_\_\_

**Prof.2** – O computador é mais um modismo. Logo, logo, passa, e tudo volta a ser como era antes. Ele não acrescenta nada no que já existia na escola antes dele:\_\_\_\_\_

**Prof.3** – Os alunos precisam saber informática para se prepararem para o mercado de trabalho. Por isso, deve ser ensinada em separado das demais disciplinas, pois o conhecimento da tecnologia é mais importante que outros conhecimentos na sociedade atual:\_\_\_\_\_

2ª - “Nem todo *software* educativo é *software* matemático, mas todo *software* matemático é educativo.” A respeito dessa frase podemos dizer que está correta ou incorreta? Justifique.3) Como você define *software* livre?

4ª - Quais dos *softwares* abaixo representa um *software* livre de matemática?

- |             |              |
|-------------|--------------|
| ( ) Winplot | ( ) Maple    |
| ( ) Calc    | ( ) Geogebra |
| ( ) Excel   | ( ) Matlab   |

5ª - Você sabe o que significa interacionismo no contexto da Educação Matemática ou da Tecnologia Educacional? ( ) sim ( ) não  
Justifique sua resposta se a resposta acima for sim.

6ª - Você sabe o que significa Construcionismo no contexto Educação Matemática ou da Tecnologia Educacional? ( ) sim ( ) não  
Justifique sua resposta se a resposta for sim

7ª - Em cada caso abaixo, rescreva as fórmulas usando operadores como os do quadro ao lado .

#### OS OPERADORES DO CALC

a)  $(x + y)^3$     b)  $w = zxy + zy^2$

b)  $(x + y)^3 \sqrt{x + y}$

c)  $p = \frac{zxy + zy^2}{x + y}$

d)  $q = x^2 - 7x + 16$

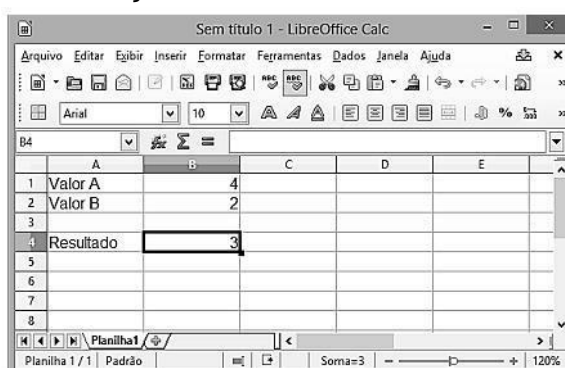
+	(sinal de adição) Adição	=(3+3)
-	(sinal de subtração) Subtração	=(3-1)
*	(asterisco) Multiplicação	=(3*3)
/	(sinal de divisão) Divisão	=(3/3)
%	(sinal de porcentagem) Porcentagem	=(20%)
^	(acento circunflexo) Exponenciação	=(3^2)
=	(sinal de igual) Igual a	=(A1=B1)
>	(sinal de maior que) Maior que	=(A1>B1)
<	(sinal de menor que) Menor que	=(A1<B1)
<>	(sinal de menor e maior que) Diferente	=(A1<>B1)
<=	(sinal de menor e igual) Menor ou igual	=(A1<=B1)
>=	(sinal de maior e igual) Maior ou igual	=(A1>=B1)

8ª - (UFRJ-2015) A planilha a seguir foi criada no LibreOffice Calc. As setas exibidas em cada célula da linha 2 representam:

	A	B	C	D	E	F
1	BOLETIM DE NOTAS					
2	NOME	1ª B	2ª B	3ª B	4ª B	MÉDIA
3	Cátia Costa Cavalcante	4,0	3,0	4,0	7,0	4,5
4	Fernando Ferreira Faria Filho	3,0	4,0	5,5	6,0	4,6
5	Márcia Maria Menezes	4,0	4,5	5,5	6,0	5,0
6	Armando de Assis Araújo	5,0	7,5	5,0	5,0	5,6
7	Marcos Paulo Ferreira	7,0	5,0	6,0	7,0	6,3
8	Vitor Cavalcanti Xavier	8,0	6,5	6,5	9,0	7,5
9	Ana Paula Silva	5,0	7,5	8,5	9,0	7,5
10	Edson de Souza Gomes	9,0	9,5	10,0	8,0	9,1

( ) autofiltro    ( ) validação    ( ) subtotais  
( ) classificar    ( ) consolidar

9ª - (UFT-2014) A planilha abaixo foi desenvolvida no LibreOffice Calc em sua configuração padrão de instalação.



De acordo com a figura, assinale a equação que NÃO resulta no valor expresso na célula B4.

- a)  $= (B1+B2)/2$    b)  $= B1+B2/2$    c)  $= SOMA(B1:B2)/2$    d)  $= SOMA(B1;B2)/2$

10ª - O comando abaixo no *software* de computação algébrico deu origem ao gráfico ao lado. Com relação às opções, qual seria a opção incorreta.

Gráfico:

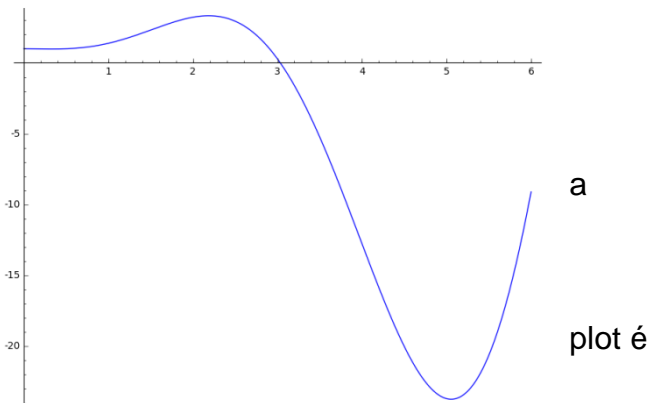
Comando:

$$f(x) = x^2 * \sin(x) + \cos(x)$$

plot(f, x, (0,6))

O comando plot é destinado plotagem da função f na variável x

- a) O parâmetro do comando (função, variável, intervalo inteiro)  
 b) O parâmetro do comando plot é (função, variável, intervalo real)  
 c) O parâmetro do comando plot é (função, variável, intervalo complexo)  
 d) O comando plot é específico para gerar curvas de com base na função f



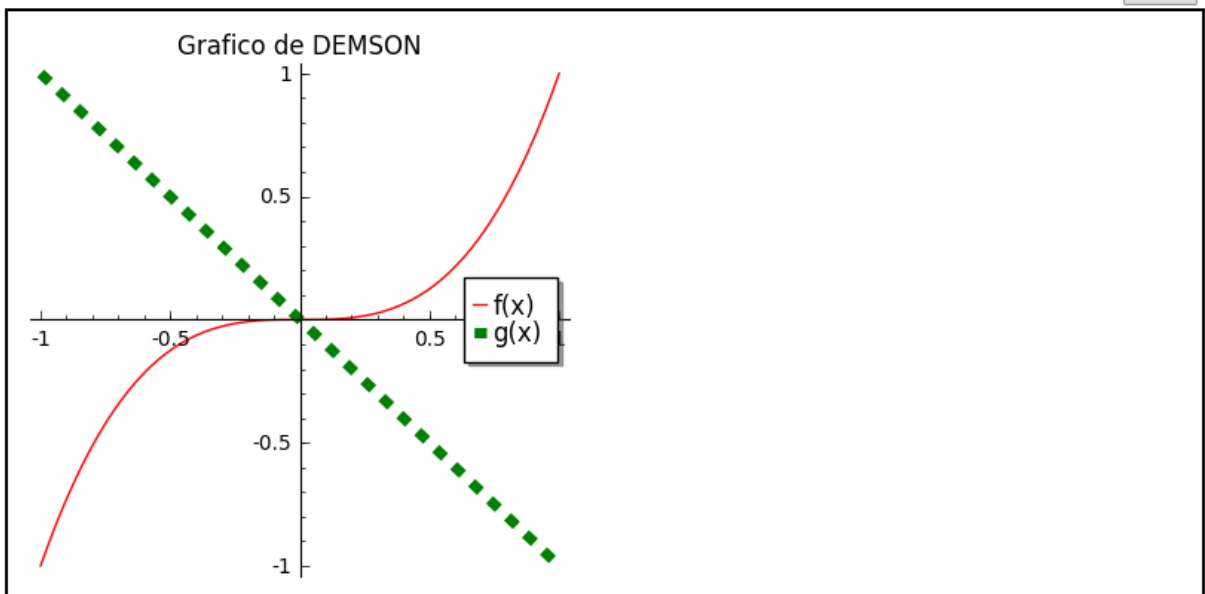
11ª - Observe a linha de comando e seu resultado abaixo, e responda:

```
1 var('y x'); y = x^3; g = -x
2 a = plot([],figsize=(4,4),title="Gráfico de DEMSON")
3 a += plot(y,x,(-1,1),color='red',legend_label='f(x)')
4 a += plot(g,x,(-1,1),color='green',linestyle='--',thickness=5,legend_label='g(x)')
5 show(a)
6
```

Go!

Language: Sage

Share



a) Qual a função da 1ª linha do comando?

- b) Qual o comando que foi usado para plotagem nessa linha de comando?
- c) O que foi necessário para inserir a legenda das funções no gráfico?

12<sup>a</sup> - Agora com base no que observou acima, você teria possibilidade de plotar o gráfico  $f(x) = x^3$ , com intervalo real  $[-1,1]$ , na linguagem SAGE? Descreva o comando? Se quiser testar seu comando acesse: <http://sage.brandoncurtis.com/>

## APÊNDICE E – Sequência didática 1

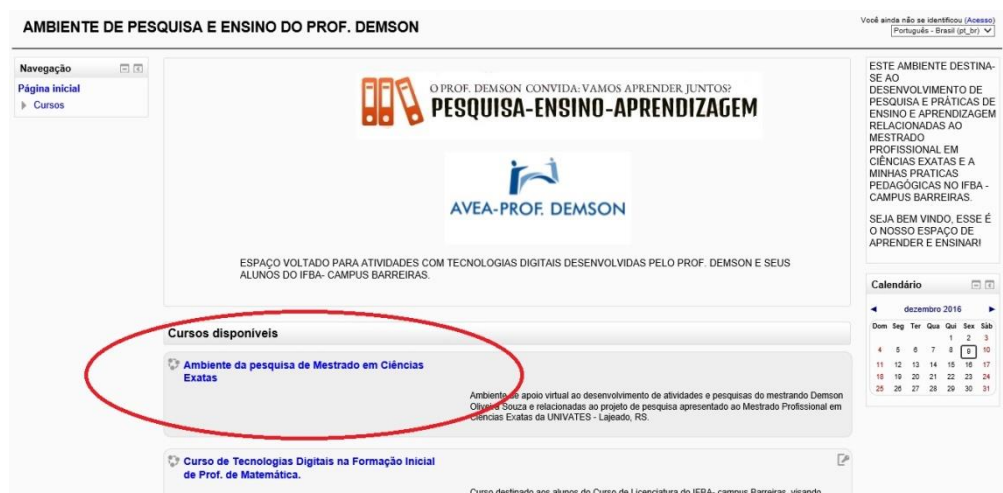
### UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA MOODLE PARA INTERAÇÃO VIRTUAL ENTRE ALUNOS E PROFESSOR PESQUISADOR

Aluno: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Objetivo: Familiarizar os alunos com o Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem - AVEA, que servirá de apoio para as interações sociais e pedagógicas durante a pesquisa, incluindo-se nesse caso, postagens dos arquivos gerados em outros sistemas como Calc e SAGE, além de produções textuais.

1ª - Acesse o navegador de internet de seu computador (Mozilla ou Chrome) digite o endereço de navegação (dmoodle.16mb.com) do AVEA que foi desenvolvido pelo pesquisador para suporte metodológico da pesquisa, conforme mostrado na figura 1. Entre com seu usuário e senha. Acesse “Ambiente de Pesquisa de Mestrado em Ciências Exatas”, conforme Figura 1.

Figura 1- Página inicial do Moodle elaborado para a pesquisa



Fonte: Autor, 2017, a partir do AVEA (dmoodle.16mb.com).

2ª - A partir da entrada no AVEA e diante de sua interface, acesse no tópico 1 o recurso “Discutindo sobre temas importantes”, conforme item (2) da Figura 2. Nesse recurso, você terá acesso ao *link* (Figura 3) da página virtual Educação Pública (Figura 4). A partir daí cada um dos grupos criados previamente em sala de aula, deverá acessar o *site*, nele deve ser localizado o texto conforme divisão discriminada abaixo.

A distribuição textos será a seguinte (mediante sorteio):

Grupo 1: Avaliação de Software Educativo, de Fábila Magali Santos

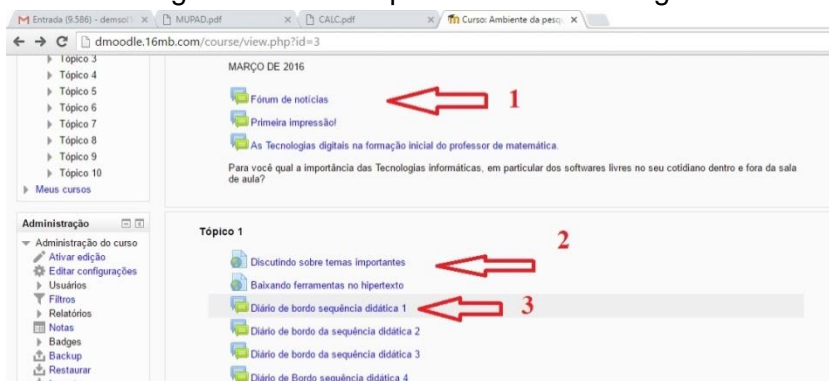
Grupo 2: Diferentes usos do Computador na Educação, de autoria de José Armando Valente.

Grupo 3: Informática na educação: instrucionismo x construcionismo, de autoria de José Armando Valente.

Grupo 4: O letramento digital como instrumento de inclusão social e democratização do conhecimento: desafios atuais, de autorias de Verônica Danieli Lima Araújo e Raquel Elza Oliveira Glotz.

Grupo 5: O que é a internet em nuvem, de autoria de Marlon Baptista.

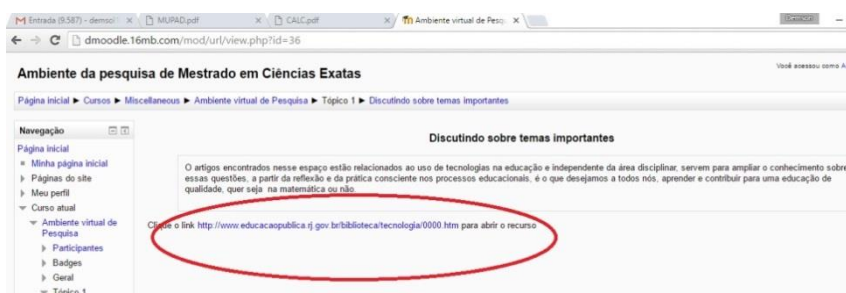
Figura 2- Recurso para acesso aos artigos



Fonte: Autor, 2017, a partir do AVEA (dmoodle.16mb.com).

Posteriormente, cada grupo deve se reunir para por 1 hora para fazer a leitura e a discussão dos artigos selecionados do site (Figura 4).

Figura 3- Link que direciona para página do site Educação Pública.



Fonte: Autor, 2017, a partir do AVEA (dmoodle.16mb.com).

Figura 4- Página da biblioteca do site Educação Pública.

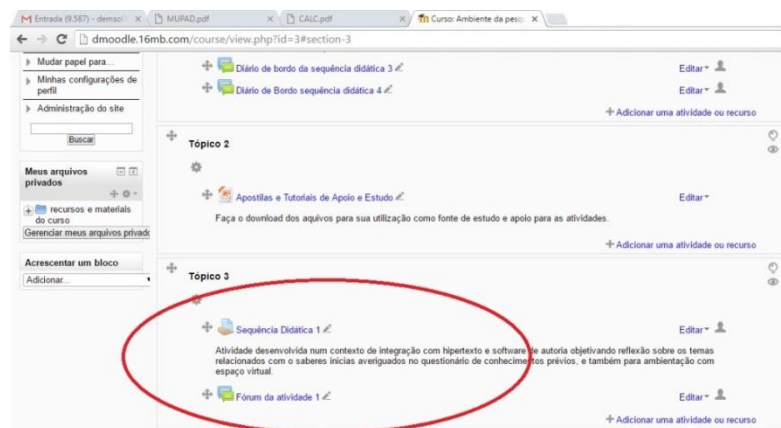


Fonte: CECIERJ, 2017.

O objetivo será desenvolver Seminário ao final desse tempo, e cada grupo terá 20 minutos para apresentar as principais ideias defendidas pelos autores, utilizando-se de recursos

multimídia ou exposição no quadro, de modo que ao final, cada grupo apresente uma representação de Mapa Mental relacionado ao estudo. Esta ação, contará com a colaboração de todos os grupos que postarão suas sínteses e representação no espaço apropriado, conforme Figura 5.

Figura 5- Local de postagem da atividade do grupo.



Fonte: Autor, 2017, a partir do AVEA (dmoodle.16mb.com)

4ª - De posse de seus registros e sínteses, correspondentes aos textos predefinidos, acione o recurso do tópico 3 “Sequência didática 1”, para postar os arquivos correspondentes, identificando o grupo que postou. Cada aluno deve participar e responder pelo menos uma postagem do colega, na discussão no “fórum da atividade 1”, gerada pelo seguinte questionamento: Que categoria ou quais categorias de *software* educacional pode(m) ser relacionada(s) com os *software* *CALC* e *SAGEMATH*? Quais as concepções pedagógicas por trás desses *softwares*?

5ª - Usando o fórum “Primeira Impressão” do item 1 da Figura 2, disponível no painel principal do curso, registrar sua opinião sobre esse primeiro contato com o ambiente de aprendizagem. Caso não seja o primeiro contato com esse tipo de ferramenta, opinar com base em sua experiência. Além disso, registre no fórum “**As Tecnologias digitais na formação inicial do professor de matemática**”, sua reflexão e opinião sobre a importância das Tecnologias informáticas, em particular dos *softwares* livres no seu cotidiano dentro e fora da sala de aula.

## APÊNDICE F – Guia de introdução às funções do *Calc*

Na planilha eletrônica *Calc*, as células compõem a grade em que os dados numéricos e algébricos são preenchidos. Nestas células pode-se mesclar o endereço de uma célula com outra ou outras para formar novas referências, como por exemplo, digitar na célula A10 o conteúdo ( $=A7+A8+A9$  ou  $SOMA(A7:A9)$ ) que faz a célula A10 adquirir o resultado da soma dos números digitados em A7, A8 e A9.

Isso é bastante útil para executar comandos automáticos ou desenvolver manualmente os próprios comandos, visando encontrar soluções relacionadas principalmente com aplicações financeiras e científicas, além de soluções relacionadas com manipulação de informações em um banco de dados menos complexo. Essa dinâmica do posicionamento das células nas suas referências (endereços) torna a planilha mais dinâmica e prática para execução dos cálculos.

Nesse contexto, as referências são divididas, conforme descrevem Afonso et al. (2014), em três grupos: as absolutas, as relativas e as mistas. Classificação esta que exploro um pouco mais:

- Relativas – Uma referência relativa, como, por exemplo **=A1** indica na planilha que o conteúdo da célula atual é igual ao conteúdo da célula A1. É realizado um transporte do conteúdo da célula A1 para a célula onde foi descrita a referência.
- Absolutas – Uma referência absoluta do tipo **=\$A\$1**, não só indica na planilha que é feito um transporte do conteúdo da célula A1, como também se for feita uma sequência de dados ou uma cópia da referência, ela não irá ser alterada, mantendo-se sempre A1 em todas as demais células. Os cifrões indicam os bloqueios (ou fixação) da coluna A e da linha 1, respectivamente. Ainda é possível bloquear apenas a coluna (**\$A1**) ou apenas a linha (**A\$1**), usando o mesmo raciocínio.
- Mistas – Uma referência mista utiliza, em conjunto, referências relativas e absolutas. Por exemplo, no cálculo de Porcentagem ( $P = C \cdot i$ ), a célula A2 poderá conter o valor fixo da taxa percentual ( $i$ ) e se processado o cálculo da porcentagem de uma série de Capitais ( $C$ ) listados na folha de cálculo com uma mesma taxa, teremos a fórmula da seguinte forma: **=D4\*\$A\$2**. Os cifrões aqui indicam que a coluna A e a linha 2 estão bloqueadas.
- Relativas ou absolutas entre folha de cálculo – A utilização de referências não se limita à folha principal (*Sheet 1*) de cálculo. Pode-se estender a referência às demais folhas da planilha, desde que essa folha esteja devidamente identificada. Por exemplo, o transporte de uma informação da célula B2 da folha Dados para a folha Notas pode ser iniciada nesta última da seguinte forma: **=Dados.B2**.

Como se pode notar, a introdução de uma fórmula exige que a primeira escrita na célula seja uma igualdade (=), assim, outros operadores matemáticos podem ser utilizados juntamente com as referências. Tais operadores estão sintetizados na Figura 1.



Figura 1 – Operadores clássicos do *Calc*

Operadores de referência		Operadores comparativos	
Sinal	Operação	Sinal	Operador
:	intervalo	=	igual
;	união	>	maior
Operadores aritméticos		<	menor
Sinal	Operação	>=	maior ou igual
+	soma/adição	<=	menor ou igual
-	subtração	<>	diferente
*	multiplicação	Operadores de texto	
/	divisão	Sinal	Operador
%	percentual	&	concatenação
^	exponencial		

Fonte: Pacheco, 2013.

Ao utilizar estes operadores, podem-se desenvolver fórmulas onde aparecerem dados numéricos combinados com as referências das células envolvidas. Assim, para calcular o dobro do conteúdo da célula A5 adicionado de 8 unidades elevados ao expoente 2, tem-se como exemplo a seguinte fórmula **=2\*A5+8^2**.

Além disso, o nível de complexidade dessas fórmulas dependerá da extensão das expressões ou das exigências que envolvam um grande número de variáveis e funções relacionadas. Como exemplo, na Figura 2 verifica-se como deve ser escrita uma determinada expressão na linguagem do *Calc*.

Figura 2 – Modelo de escrita simbólica de expressão no *Calc*

$\frac{(B4 + B5) \times 100 - 250}{\left(\frac{9}{C12}\right)^4}$	<p>A inserir na célula:</p> <p>=((B4+B5)*100-250)/(9/C12)^4</p>
---	---

Fonte: Afonso et al.,2014.

Outro modo de inserir as fórmulas pode ser a partir do assistente de funções que é ativado clicando no ícone marcado no retângulo da Figura 3 ou usando a combinação Ctrl+F12. Tal assistente auxilia o usuário no desenvolvimento de fórmulas ou funções que sejam integrantes das categorias e operações do *Calc*.

Figura 3 – Ícone do Assistente de funções no *Calc*

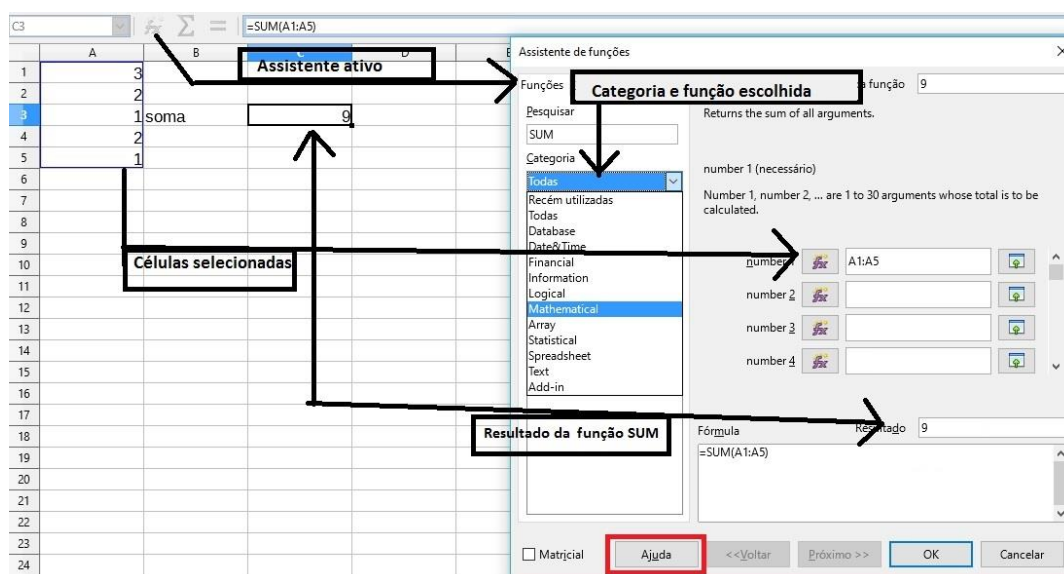


Fonte: Autor, 2017, a partir do *Calc*.

Conforme descrevem Afonso et al. (2014), a partir desse assistente (ver Figuras 3 e 4) é possível inserir a fórmula pretendida diretamente na planilha. Além disso, nesse processo não é obrigatório escrever as referências das células, pois durante o processo de inserção bastará clicar com o *mouse* sobre as células desejadas na folha de cálculo para que a respectiva referência seja inserida automaticamente na fórmula.

Na figura 4, verifica-se o cálculo da soma dos números presentes no intervalo A1:A5. Em vez de se inserir uma fórmula de cálculo para somar os números contidos nesse intervalo, pode-se utilizar a seguinte fórmula: **=SUM(A1:A5)** ou selecionar a mesma função na categoria matemática dentro do assistente de funções.

Figura 4 – Assistente de funções funcionando no *Calc*



Fonte: Autor, 2017, a partir do *Calc*.

Nesse e em outros casos, a fórmula possuirá um nome e argumentos, porém o nome poderá variar de idioma, como acontece na figura anterior, em que o nome SUM equivale ao nome SOMA. Isso também pode variar em função da versão usada, porém as instruções não alteraram nas demais formas de inserção, nem nos resultados obtidos.

Observa-se que os valores do intervalo fazem parte dos argumentos válidos para o comando e é sobre tais valores que a função opera. Na função acima (ver

“Fórmula” na Figura 4), os argumentos foram indicados apenas pelo intervalo A1:A5, mas outras funções podem conter uma maior variedade de argumentos.

Além disso, conforme colocam Afonso et al.(2014), os argumentos que aparecem de forma explícita são separados por ponto e vírgula. Por exemplo: se desejarmos calcular um número inteiro aleatório entre 1356 (primeiro argumento) e 2501 (segundo argumento), teremos de representar da seguinte forma **=ALEATÓRIOENTRE (1356;2501)**.

Também existem algumas funções que não possuem argumentos para efetuar suas operações. Nesse caso, os parênteses são usados sem nada dentro deles. Por exemplo, ao usar =FALSO (), insere-se na célula o valor lógico FALSO e, de forma análoga, usando =PI () insere-se o valor do número irracional  $\pi$ .

Conforme descrito por Silva (2013), Pacheco (2013) e Afonso et al.(2014), o *Calc* dispõe de uma enorme variedade de fórmulas, organizadas por categorias, entre as quais cito: Base de Dados, Data e Hora, Financeiras, Estatística, Lógica, Matemática, entre outros.

Para obter informações específicas sobre esses comandos e funções, pode-se contar com o botão “Ajuda” no assistente de funções do próprio *Calc*, conforme pode ser visto na Figura 12, anterior, destacado pelo retângulo vermelho.

Buscando não me alongar na descrição das funções do *Calc*, apresento abaixo um quadro que sintetiza como esses comandos devem ser escritos, ou seja, sua sintaxe, assim como exemplos de como eles podem ser aplicados na planilha.

Quadro 1 – Síntese de alguns comandos do *Calc*

SINTAXE DA FUNÇÃO	EXEMPLO DE USO
CONT.SE(Intervalo; Critério)	<p>A1:A10 é um intervalo contendo os números 2000 até 2009. A célula B1 contém o número 2006. Na célula B2, insira a fórmula:</p> <p>=CONT.SE(A1:A10;2006) - isso retorna 1</p> <p>=CONT.SE(A1:A10;B1) - isso retorna 1</p> <p>=CONT.SE(A1:A10;"&gt;=2006") - isso retorna 4</p> <p>Para contar somente números negativos:</p> <p>=CONT.SE(A1:A10;"&lt;0")</p>
CONTAR.VAZIO (Intervalo)	CONTAR.VAZIO(A1:B2) retorna 4 se as células A1, A2, B1, e B2 forem todas vazias.
CONT.VALORES (Valor1; Valor2; ... Valor30)	As entradas 2,4,6 e 8 nos campos Valor1-4 devem ser contadas.

	=CONT.VALORES(2;4;6;"oito") = 4. A contagem de valores é 4.
CONT.NÚM (Valor1; Valor2; ... Valor30)	As entradas 2,4,6 e 8 nos campos Valor1-4 devem ser contadas.  =CONT.NÚM(2;4;6;"oito") = 3. A contagem de números é 3.
QUARTIL (Dados; Tipo)  Dados representa a matriz de dados em uma amostra.  Tipo representa o tipo de quartil (0 = MÍNIMO, 1 = 25%, 2 = 50% (MED), 3 = 75% e 4 = MÁXIMO).	=QUARTIL(A1:A50;2) retorna o valor no qual 50% da escala corresponde do menor ao maior valor no intervalo A1:A50.
PERCENTIL (Dados; Alfa)  Dados representa a matriz dos dados.  Alfa representa a porcentagem da escala entre 0 e 1.	=PERCENTIL(A1:A50;0,1) representa o valor no conjunto de dados, que iguala 10% da escala total dos dados em A1:A50.
MED(Número1; Número2; ...; Número30)  Número1, Número2,...Número30 são valores ou intervalos que representam uma amostra. Cada número pode ser também substituído por uma referência.	MED(1;5;9;20) retorna a média dos dois valores intermediários 5 e 9, portanto 7.
MÉDIA(Número1; Número2; ...; Número30)	=MÉDIA(A1:A50)  Retorna a média dos valores compreendidos no intervalo A1:A50.
VAR(Número1; Número2; ...; Número30)  Número1, Número2, ...Número30 são valores numéricos ou intervalos representando uma amostra com base na população inteira	=VAR(A1:A50)  Retorna a variância dos valores compreendidos no intervalo A1:A50.
DESVPAD.P(Número1; Número2; ...; Número30)  Número1, número 2, ... , número 30 são valores numéricos ou intervalos representando uma população inteira.	=DESVPAD.P(A1:A50) retorna o desvio padrão para os dados referenciados.
DESVPAD.S(Número1; Número2; ...; Número30) ou DESVPAD  Número 1, Número 2, ...Número 30 são valores numéricos ou intervalos representando uma amostra da população	=DESVPAD.S(A1:A50) ou =DESVPAD(A1:A50) retorna o desvio padrão para os dados referenciados.

<p>SOMA(Número1; Número2; ...; Número30)</p> <p>Número 1 a Número 30 são até 30 argumentos cuja soma será calculada.</p>	<p>=SOMA(A1;A3;B5) calcula a soma das três células. =SOMA(A1:E10) calcula a soma de todas as células no intervalo A1 até E10.</p>
<p>SOMASE(Intervalo; Critérios; SomaIntervalo)</p>	<p>SOMASE(A1:A10;"&gt;0";B1:10) - soma os valores do intervalo B1:B10 somente quando os valores correspondentes no intervalo A1:A10 forem &gt;0.</p>
<p>SE(Teste; ValorEntão; ValorSenão)</p> <p>Teste é qualquer expressão ou valor que pode ser VERDADEIRO ou FALSO.</p> <p>ValorEntão (opcional) é o valor retornado quando o teste lógico for VERDADEIRO.</p> <p>ValorSenão (opcional) é o valor retornado caso o teste lógico resulte FALSO.</p>	<p>=SE(A1&gt;5;100;"muito pequeno") - Se o valor em A1 for maior que 5, o valor 100 será inserido na célula atual; senão, o texto "muito pequeno" (sem as aspas) será inserido.</p>

Fonte: Autor, 2017, com base no site [help.libreoffice.org](http://help.libreoffice.org).

A criação de gráficos e sua manipulação no *Calc* não serão apresentadas neste apêndice, pois a parte gráfica foi desenvolvida nas sequências relacionadas ao *SageMath*. Apesar das descrições das funções e comandos apresentadas aqui, boa parte delas também foi explanada durante a intervenção no laboratório de informática de forma complementar.

## APÊNDICE G – Sequência didática 2

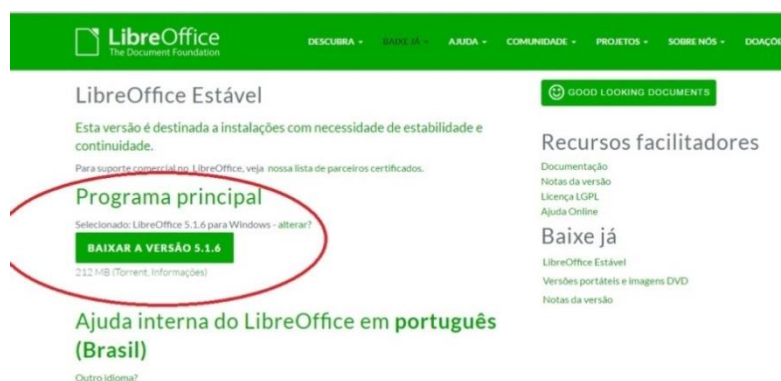
### MEDIDAS DE POSIÇÃO, MEDIDAS SEPARATRIZES E MEDIDAS DE DISPERSÃO ATRAVÉS DO CALC.

Aluno: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Objetivo: Adquirir conhecimentos básicos sobre instalação e utilização do software livre *Calc*, respectivamente a partir do repositório da internet e para aplicação em atividades relacionadas com expressões matemáticas e cálculos de medidas estatísticas.

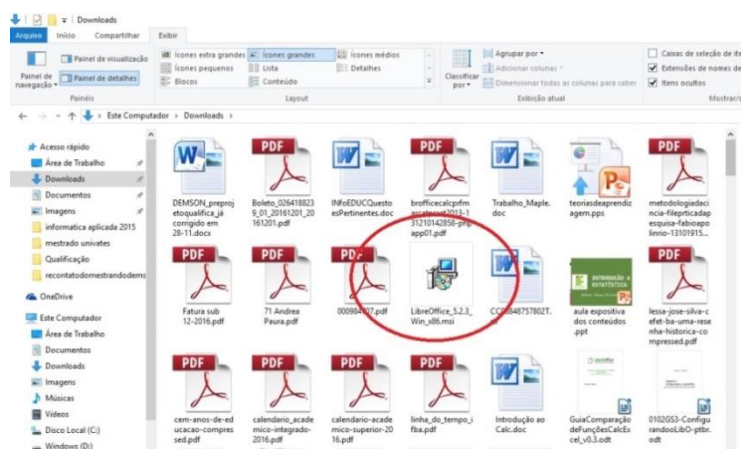
1ª - Vamos iniciar essa atividade fazendo a instalação do aplicativo *Calc* do pacote LibreOffice. Para tal acesse página <https://pt-br.libreoffice.org/baixe-já/libreoffice-stable/> e clique no botão mostrado na Figura 1, aguarde que o arquivo de instalação seja baixado em seu computador, e verifique em qual pasta de arquivos ele ficou, posteriormente clique no arquivo de instalação conforme visualizado na Figura 2.

Figura 1 – Ambiente virtual para *download* LibreOffice.



Fonte: *The Document Foundation*

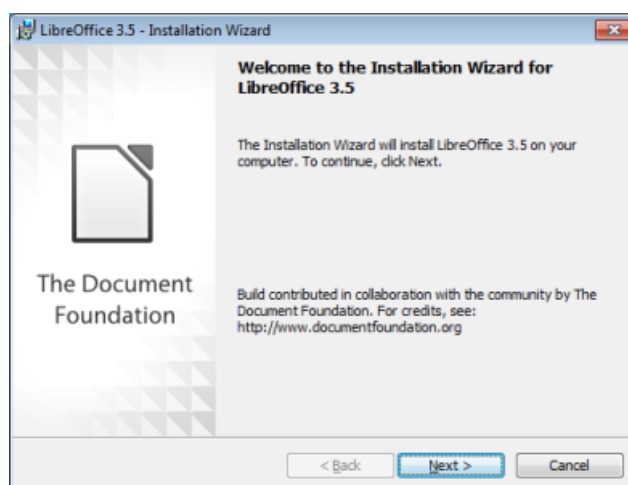
Figura 2 – Instalador baixado em pasta do computador



Fonte: Autor, 2017.

Ao clicar no arquivo de instalação aparecerá tela da Figura 3, clique em “Next” ou “Próximo” siga as instruções constantes no processo, conforme pode ser verificado na figura 3.

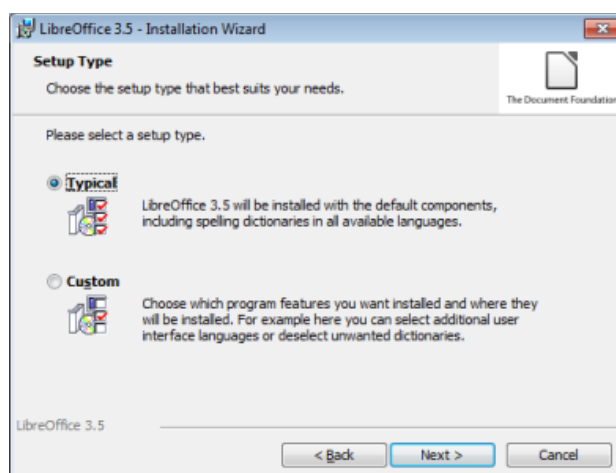
Figura 3 – Tela do aplicativo de instalação do LibreOffice



Fonte: *The Document Foundation*, 2017.

Observe que normalmente a opção que é indicada é a “Typical” que instala todo o pacote do LibreOffice, incluindo o *Calc*. Porém é possível escolher instalar apenas parte do pacote, como por exemplo, apenas o Calc, ou qualquer outro dentro do pacote, basta customizar a instalação optando por “Custom”, conforme Figura 4. Experimente essa última opção e descreva como instalar apenas o *CALC*.

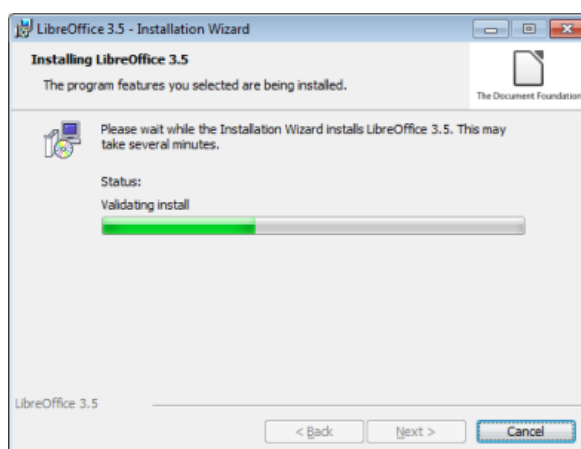
Figura 4 – Tela de escolha do tipo de instalação do LibreOffice



Fonte: *The Document Foundation*, 2017.

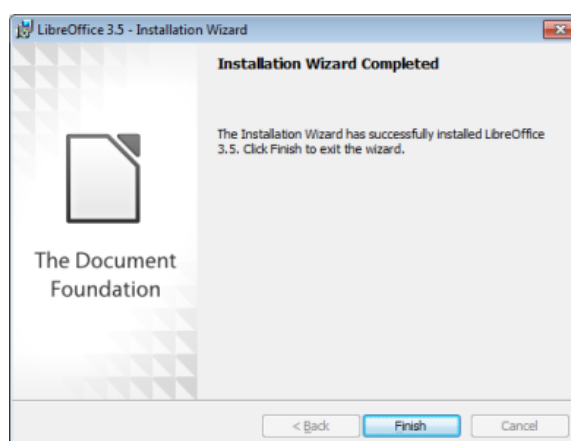
Após clicar em “install” ou “instalar” basta aguardar a instalação concluir conforme Figuras 5 e 6.

Figura 5 – Tela do aplicativo de instalação do LibreOffice



Fonte: *The Document Foundation, 2017.*

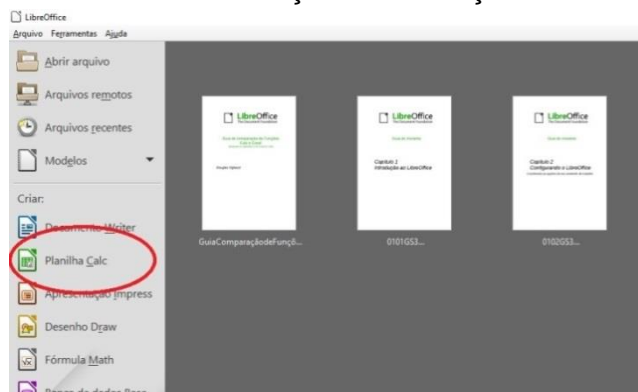
Figura 6 – Tela de finalização de instalação do LibreOffice



Fonte: *The Document Foundation, 2017.*

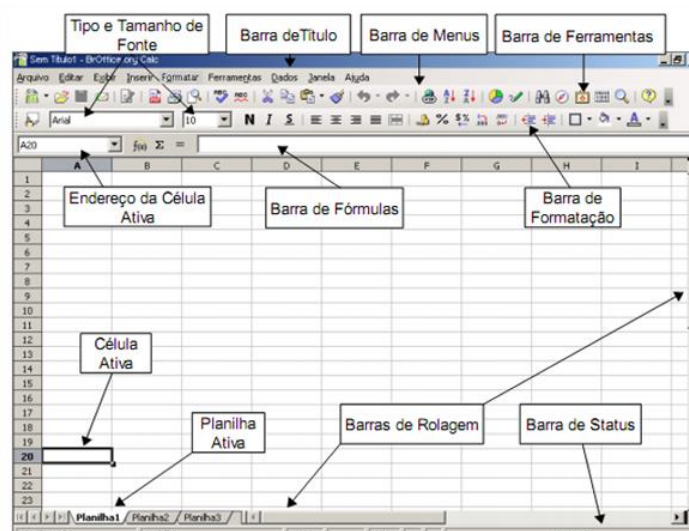
Ao final do processo, abra o ícone do LibreOffice e clique no ícone relativo ao *Calc*, para abrir o programa (Observe as Figuras 7 e 8).

Figura 7 – Tela de finalização de instalação do LibreOffice



Fonte: Autor, 2017.



Figura 8 – Interface do *Calc*

Fonte: Adriano Silva, 2015, em [http://alunointeligente2015wordpress.com.m](http://alunointeligente2015.wordpress.com.m)

Descreva suas dificuldades ou facilidades no processo de instalação do *Calc* abaixo e posteriormente acesse e poste no diário de bordo essa descrição e outras que desejar complementar, sobre essa experiência.

2ª- Agora, vamos aplicar o *Calc*. Antes de começar, abra um *Browser* da internet qualquer, acesse o link <http://www.bibliaonline.com.br> e leia o trecho da Bíblia Sagrada do antigo testamento, Livro dos Números (cap.1), denominado “Recenseamento dos Israelitas”. Os dados que serão considerados nessa leitura referem-se aos números de pessoas de cada uma das Tribos de Israel. Anote os dados no caderno organizando-os em uma tabela simples para posterior inserção na planilha eletrônica. Se preferir poderá anotar diretamente na planilha eletrônica (LibreOffice *Calc*) instalado no computador. A partir desse levantamento, quais são as variáveis envolvidas nesses dados? De que forma podemos classificar tais variáveis? Existe alguma relação de dependência entre essas variáveis?

3ª - Insira todos dados desse trecho da Bíblia na planilha eletrônica de modo que os nomes das tribos fiquem na primeira linha e os números correspondentes na segunda, conforme verificado na Figura 9 abaixo.

Figura 9 –tabelas de edição da planilha eletrônica

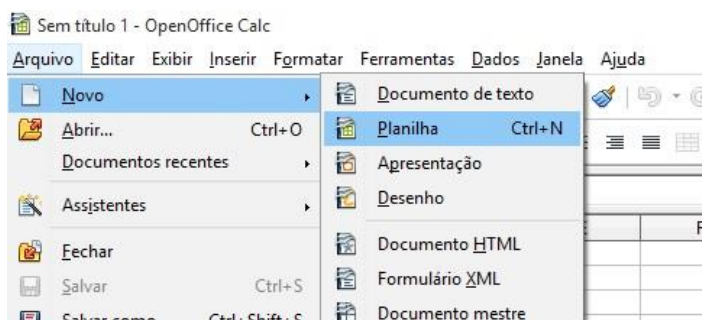
	A	B	C	D	E
1	aaaa	xxxxx			
2	1111	2222			
3					
4					
5					
6					
7					

Fonte: Autor, 2017.

Salve a planilha com a opção do menu Arquivo – Salvar como e escolha nas caixas de texto o nome “censo” e tipo “CSV” (separado por vírgula), clique na pasta C:\ e dentro dela clique no botão direito do mouse para escolha a opção Novo-Pasta. Digite o nome “pesquisa SAGE” para criar a pasta C:\pesquisa SAGE. Clique na pasta criada e salve o arquivo “censo.csv”, ele será útil posteriormente na sequência didática que envolve o SageMathCloud. Repita a operação, salvando como planilha tipo “xls”, e salve na mesma pasta. Agora responda, quantas linhas e quantas colunas serão necessárias para inserir os dados na planilha? De que forma podemos identificar uma das células onde foram inseridos os dados?

4ª - Selecione com o mouse toda a tabela criada anteriormente e copie ativando a opção Copiar ao clicar como botão direito em cima da tabela selecionada. Feche o documento e abra uma nova planilha conforme visualizado na Figura 10

Figura10– Visualização dos principais menus escondidos do *Calc*.



Fonte: Autor, 2017.

Na nova planilha, cole os dados novamente clicando na primeira célula e clicando com botão direito do mouse escolha a opção Colar. Agora vamos fazer os cálculos das medidas estatísticas necessárias. Comece escrevendo em uma célula TOTAL e em outra Nº DE TRIBOS. Abaixo da tabela de dados e para determinar esses valores observe algumas informações a seguir: Perceba que todas as fórmulas começam com um sinal de igual (=). As fórmulas podem conter números, operadores aritméticos, operadores lógicos, representação da célula ou funções.

Lembre-se de que os operadores aritméticos básicos (+, -, \*, / ) podem ser utilizados em fórmulas que utilizem a regra "multiplicação e divisão precedem a adição e subtração". Por exemplo, pode-se escrever em determina célula =A1+B1+C1 ou escrever =SOMA (A1: C1) digitando ou selecionado de A1 a C1.

Registre todos os modos possíveis de determinar o total da população das tribos usando a identificação das células ou não?

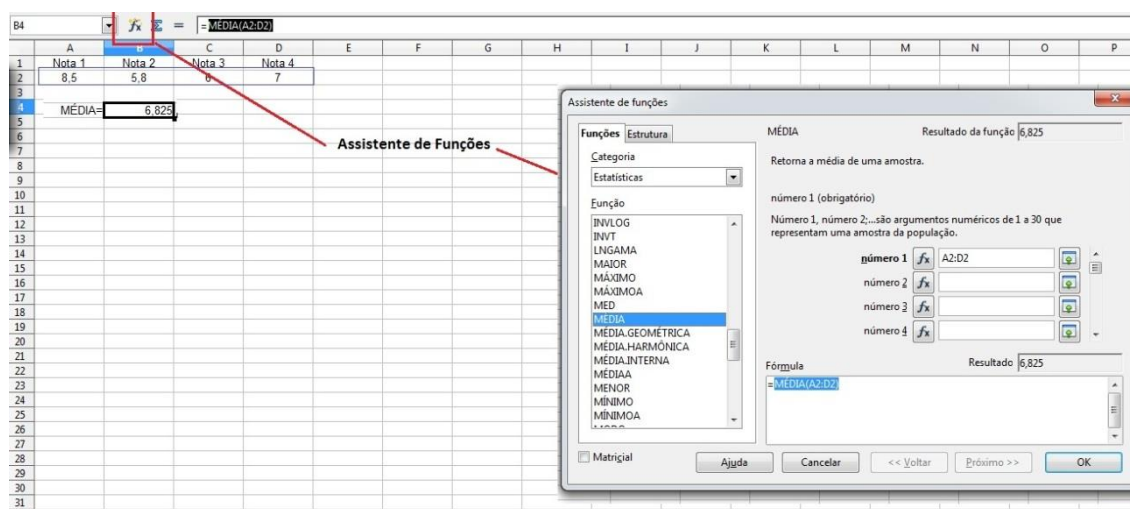
Observe que os parênteses também podem ser utilizados. O resultado da fórmula =(1+2)\*3 produz um resultado diferente de =1+2\*3.

Aqui estão alguns exemplos de fórmulas do OpenOffice *Calc*:

=A1^2	Exibe o conteúdo da célula A1 ao quadrado.
=A1*16%	Exibe 16% do conteúdo de A1.
=A1 * A2	Exibe o resultado da multiplicação de A1 e A2.
=ARREDONDAR(A1;1)	Exibe o conteúdo da célula A1 arredondada para uma casa decimal.
=EFETIVO(5%;12)	Calcula o juro efetivo para um juro nominal anual de 5% com 12 pagamentos por ano.
=B8-SOMA(B10:B14)	Calcula B8 menos a soma das células B10 a B14.
=SOMA(B8;SOMA(B10:B14))	Calcula a soma das células B10 a B14 e adiciona o valor a B8.

Outro modo de inserir funções é utilizar o assistente de funções. Para desenvolver os resultados, selecionando as funções por categoria nos menus, como mostrado na Figura 11. Você também pode usar uma função dentro de outra função, como mostrado na última linha da tabela de exemplos anterior.

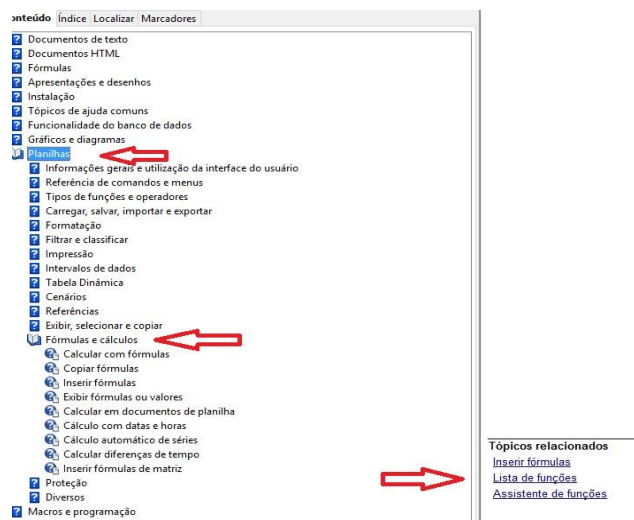
Figura 11- Assistente de funções.



Fonte: Autor, 2017.

Busque no menu ajuda (ver Figura 12 ) a informação necessária para determinar o número de tribos na célula, N° DE TRIBOS que formaram a tabela usando como referência a função CONT.VALORES ou CONTE.SE.

Figura 12- Ajuda do aplicativo



Fonte: Autor, 2017.

Fonte: Autor, 2017. Na opção lista de funções procure na categoria Matemática e busque a opção CONTE.SE e CONT.VALORES. Você verá um resumo de como utilizar a função. Lembre-se que operadores simbólicos como  $>2$ ,  $<3$ ,  $=4$ , podem ser usados como condição do parâmetro da função indicada. Agora diga como você poderia realizar a contagem na célula N° DE TRIBOS com cada um dos comandos CONTE.SE e CONT.VALORES ?

5ª - Implemente algebricamente ( $Ex=(A1+A2)^2$ ) e descreva abaixo, as fórmulas na forma de algoritmos para cálculo ou apoio na determinação das medidas abaixo. Não se esqueça de nomear algumas células com esses nomes dos termos conceituais para melhor organização da planilha. OBS: não é indicado somar número a número como numa calculadora convencional apesar dessa possibilidade, e todas as soluções dessa questão, devem ser encontradas mediante implementações das formulações do resumo de fórmulas estatísticas, que está disponível na pasta de recursos do AVEA.

a) Média aritmética do número de pessoas das tribos calculada utilizando fórmulas específicas.

b) Mediana. Observe que em dados não agrupados apenas poderemos implementar para obter a posição correspondente a medida solicitada fazendo sua correspondência numérica. Por exemplo, Mediana =  $Q2 = P50$  equivale ao dado central que separa ao meio os demais dados.

c) As medidas de Dispersão: variância, desvio e coeficiente de variação.

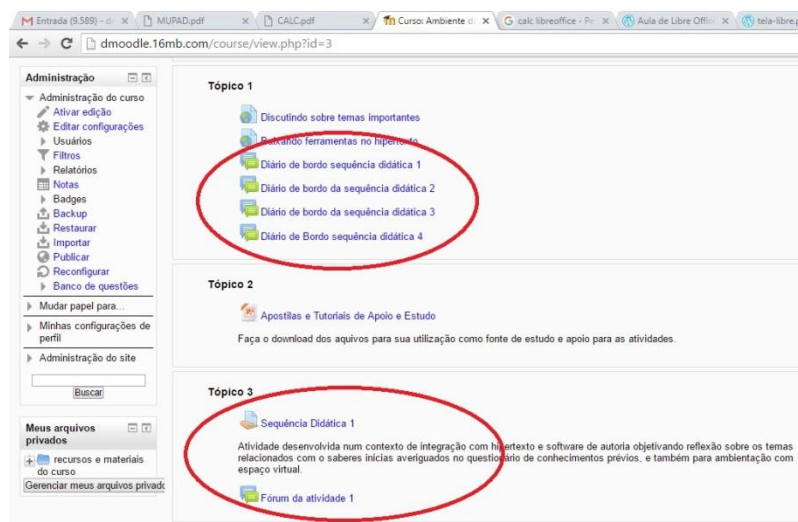
d) Quais significados para as medidas acima? Justifique sua resposta.

6ª - Retome o sistema de ajuda indicado na questão 3. Busque funções estatísticas do próprio Calc capazes de efetuar automaticamente os cálculos ou use o assistente de funções para escolher opção lista de funções categoria Estatística para refazer os itens a, b

c e d utilizando estas funções, conforme mostrado anteriormente na figura 9 e registre os comandos usados em cada caso abaixo.

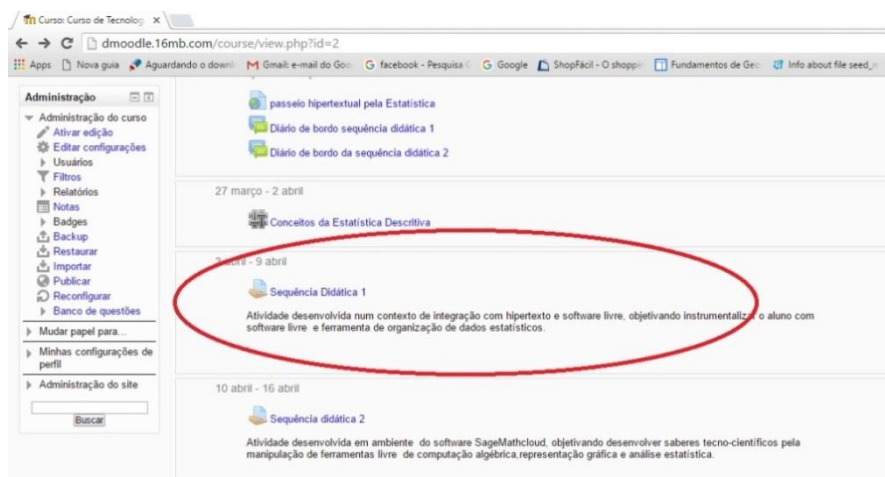
7ª - Salve a planilha conforme indicado na questão 3, como tipo “.xls” e denomine “seu nome\_seq2.xls, na mesma pasta criada anteriormente na questão 2. Acesse o navegador de internet de seu computador (Internet Explorer ou Mozilla ou Chome) digite o endereço de navegação (dmoodle.16mb.com). Entre com seu usuário e senha. Acesse o curso “Ambiente da pesquisa de Mestrado em Ciências Exatas” e poste os arquivos criados nessa sequência didática, o espaço específico para postagem é representado no ambiente através do recurso “Sequencia didática 2” disponibilizado no painel central do curso, conforme figura 13. Deixe registrado no diário de bordo mostrado na Figura 12, seu percurso desenvolvido e suas aprendizagens.

Figura 12- Página inicial do ambiente que integra a proposta pedagógica



Fonte: Autor, 2017, a partir do AVEA.

Figura 13 - Página inicial (inferior) do ambiente



Fonte: Autor, 2017, a partir do AVEA.

## APÊNCICE H – Sequência didática 3

### ORÇAMENTO DOMÉSTICO NO CALC.

Aluno: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Objetivo: Desenvolver uma planilha de orçamento doméstico funcional, que pode ser adaptada a outras necessidades de organização financeira, a partir da aplicação de comandos básicos do Calc.

1ª - A planilha que será elaborada nessa atividade poderá seguir as informações e formatações mostradas na planilha de orçamento doméstico da figura 1 ou poderá ser livremente adaptada e formatada a partir da sua criatividade, necessidade ou realidade atual. Observe que sua elaboração no *Calc* poderá contar com inserção de funções extras que poderão ser replicadas para outras abas da planilha com outras funções de utilidade do usuário.

Na 1ª planilha você poderá seguir o modelo da figura 1 ou escolher outras formatações (letras, cores, etc.) que for do seu agrado.

Figura 1 – Informações de referência da planilha de orçamento doméstico

Receitas						
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Salário Eposo						
Salário Eposa						
Rendimentos conta bancária						
Outros Rendimentos						
<b>Receita total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Despesas						
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
<b>Moradia</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Prestação da casa						
Conta de luz						
Conta de água						
Gás/Água Mineral	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IPTU						
Telefone residencial/Internet						
Telefone celular						
Consertos/manutenção	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Alimentação</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Supermercado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Restaurante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Feira/ambulantes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Transporte</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Combustível	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manutenção do carro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pedágio						
Estacionamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IPVA						
Vale transporte						

continuação

Outros gastos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Saúde</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plano de saúde						
Médicos/dentistas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farmácia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Lazer/informação</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Academia						
Jornais/revistas						
TV por assinatura						
Programas culturais						
<b>Outros gastos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eletrodomésticos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Roupas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Doações	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veterinária	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cartão de crédito						
Débitos bancários						
Gastos no cartão						
Presentes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Demais gastos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Despesa total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Investimentos</b>						
<b>Resultado do mês</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Saldo no mês</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

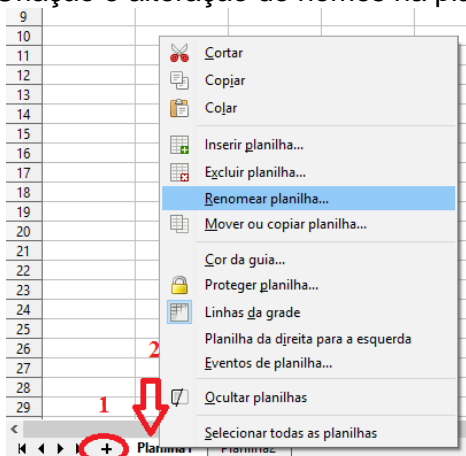
Instruções pertinentes a esta planilha disponíveis em <http://dinheirama.com/blog/2008/01/21/orcamer>

Continuação

Fonte: Márcio Campello Boéssio (2008) a partir de planilha do Excel.

Aproveite crie mais um planilha usando o sinal de + conforme (1) na figura 2, e remoei-a conforme (2), assim, a Planilha1 será denominada “ANO 2017” e a planilha 2 como DESCRIÇÃO.

Figura 2 – Criação e alteração de nomes na planilha CALC.



Fonte: Autor, 2017, a partir do CALC.

As células com valores 0,00 correspondentes as linhas onde as palavras estão em **negrito** conforme verificamos na figura 3 devem ser aplicados a função SOMA ou fórmula correspondente.

Figura 3 – Recorte da planilha indicando local das funções.

Salario Eposa			
Rendimentos conta bancária			
Outros Rendimentos			
<b>Receita total</b>	<b>0,00</b>	0,00	0,00
	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>
<b>Moradia</b>	<b>0,00</b>	0,00	0,00
Prestação da casa			
Conta de luz			
Conta de água			
Gás/Água Mineral	0,00	0,00	0,00
IPTU			
Telefone residencial/Internet			
Telefone celular			
Consertos/manutenção	0,00	0,00	0,00
<b>Alimentação</b>	<b>0,00</b>	0,00	0,00

Fonte: Autor, 2017, adaptado da planilha de Márcio Campello Boéssio (2008) a partir de planilha do Excel.

Copie a formula para todos os meses da planilha, selecionando a célula que contem a fórmula arrastando por todas as outras da linha. (ou coluna se for o caso) com o mouse a partir da posição indicada na figura 4. Descreva o que ocorreria nas células B1 e C1, seguindo o procedimento indicado.

Figura 4 – Utilização de mouse para cópia de funções

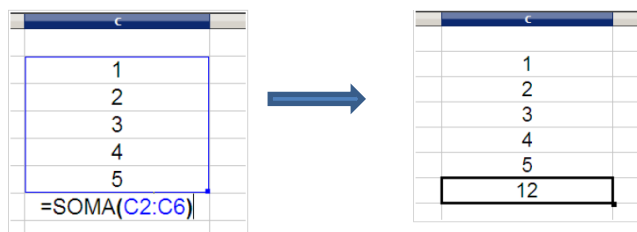
	A	B	C	D
1	45	0	0	
2				
3				

Fonte: Autor, 2017.



Conforme exemplo da figura 5 totalize as despesas correspondentes, se preciso use o mouse para realçar as células da fórmula, evitando erros ao digitar. Qual sua opinião sobre essa indicação mostrada na figura abaixo?

Figura 5 – Exemplificação de função SOMA.



Fonte: Autor, 2017.

Na 2ª planilha podemos preencher de acordo com suas necessidades e em acordo com as despesas discriminadas na 1ª aba. Formate a seu gosto apenas as duas primeiras linhas e repita na coluna uma quantidade de descrições que possam atender suas demandas pessoais. Não esqueça que o valor da despesa discriminada ocupará a coluna “Valor” conforme figura 6.

Figura 6 – Informações da 2ª planilha

B3		fx		Gás	
1	A	B	C	D	E
2	dia	Janeiro	valor	dia	Fevereiro
3		evento			evento
4		Gás			Gás
5		Água			Água
6		[manutenção da casa]			[manutenção da casa]
7		[manutenção da casa]			[manutenção da casa]
8		[manutenção da casa]			[manutenção da casa]
9		[manutenção da casa]			[manutenção da casa]
10		[manutenção da casa]			[manutenção da casa]
11		[manutenção da casa]			[manutenção da casa]
12		super			super
13		super			super
14		super			super
15		super			super
16		super			super
17		super			super
18		super			super
19		super			super

Fonte: Autor, 2017, adaptado da planilha de Márcio Campello Boéssio (2008) a partir de planilha do Excel.

2ª - Volte para a planilha ANO 2017, e use o comando soma para as despesas discriminadas, para isso use a função SOMA (nome da planilha, intervalo de células-linha ou coluna ) para efetuar as despesas discriminadas em DESCRIÇÃO para sua correspondência na planilha ANO 2017. Descreva como ficou na primeira planilha o comando para contabilizar despesa com Gás e Água da segunda planilha.

3ª - Determine a partir das células destacadas na figura 7 qual a simbologia que determina o saldo do mês na planilha desenvolvida.



Figura 7 – Recorte da planilha indicando local das funções.

1				
2		Janeiro	Fevereiro	Março
3	Salário Eposo			
4	Salário Eposa			
5	Rendimentos conta bancária			
6	Outros Rendimentos			
7	Receita total	0,00	0,00	0,00
8				
9		Janeiro	Fevereiro	Março
10	Moradia	0,00	0,00	0,00
11	Prestação da casa			
12	Conta de luz			
21	Restaurante	0,00	0,00	0,00
32	Médicos/dentistas	0,00	0,00	0,00
45	Débitos bancários			
46	Gastos no cartão			
47	Presentes	0,00	0,00	0,00
48	Demais gastos	0,00	0,00	0,00
49				
50	Despesa total	0,00	0,00	0,00
51	Investimentos			
52				
53	Resultado do mês	0,00	0,00	0,00
54	Saldo no mês	0,00	0,00	0,00
55	Instruções pertinentes a esta planilha disponíveis em <a href="http://dinhe">http://dinhe</a>			

Fonte: Autor, 2017, adaptado da planilha de Márcio Campello Boéssio (2008) a partir de planilha do Excel.

4º - Utilizando o *mouse* arraste a formula desenvolvida na questão anterior na planilha principal (ANO 2017), observe que o ponteiro do *mouse* deve ser colocado na extremidade inferior direita da célula (1), mantendo pressionado o botão esquerdo arraste para direita (2) até a última célula da linha usada na planilha. Agora teste preenchendo com dados simulados para verificar a eficiência da planilha gerada. Salve o arquivo da planilha no formato (.ods) e poste no ambiente, no local especificado como sequência 3. Descreva abaixo sua opinião sobre as limitações e benefícios dessa planilha, indicando outras possibilidades não sugeridas na atividade.

	A	B	C	D	E
1	45	0	0		
2					
3					
4					
5					
6					
7					

## APÊNCICE I – Guia de introdução às funções do *SageMath*

O sistema *SageMath* é um *software* livre, derivado do SAGE, de código aberto e que funciona na nuvem da internet integrado ao COCALC. Atualmente representa uma importante alternativa aos programas de computação algébrica existentes no mercado, tais como, o Magma, o Maple, o Mathematica e o Matlab (STEIN e JOYNER, 2005; STEIN, 2009).

Ao longo do tempo, desde sua criação em 2005, o sistema tem sido aperfeiçoado e incrementado com novas funções, que contemplam a maioria do conteúdos da área da matemática. Isso posto, para melhor compreender esse contexto de desenvolvimento e sua evolução, apresento, no quadro abaixo, uma síntese de suas transições.

Quadro 1 - Evolução do *SageMath*

Versão	Data de lançamento	Descrição
0.1	Janeiro de 2005	Inclui PARI, mas não GAP ou Singular.
0.2 - 0.4	Março a Julho de 2005	Banco de dados do Cremona, polinômios multivariados, campos finitos grandes e mais documentação.
0.5 - 0.7	Agosto e Setembro de 2005	Espaços vectoriais, anéis, símbolos modulares e janelas de utilização.
0.8	Outubro de 2005	Distribuição completa do GAP, Singular.
0.9	Novembro de 2005	Maxima e clisp adicionados.
1.0	Fevereiro de 2006	---
2.0	Janeiro de 2007	---
3.0	Abril de 2008	Interação com a linguagem R.
4.0	Maio de 2009	---
5.0	Maio de 2012	---
6.0	Dezembro de 2013	Desenvolvimento movido para o Git, migração do serviço <i>web</i> para <i>SageMathCloud</i> .
7.0	Janeiro de 2016	Melhorias na interface gráfica.
8.0	Julho de 2017	Integração à nova plataforma COCALC.

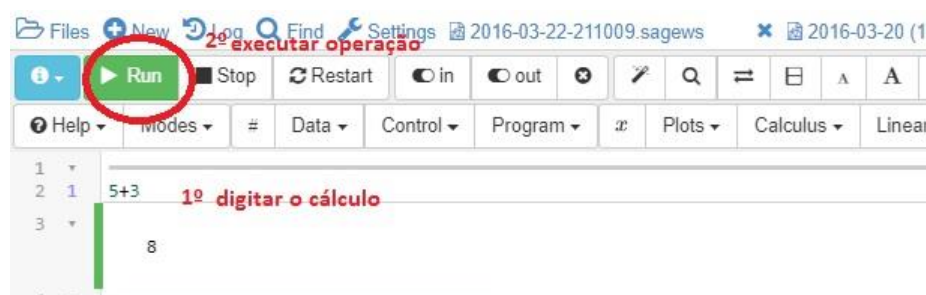
Fonte: *SageMath.org*, 2017.

A área de trabalho do *SageMath* é composta por uma interface aberta onde são escritos os códigos e os comandos, também é possível encontrar alguns ícones

e menus que já estão configurados com exemplos prontos, que podem servir de informação útil. Além disso, é possível efetuar operações como em uma Calculadora.

Sua utilização como ferramenta de cálculo, exige que sejam usados seus operadores padrão, tais como: Soma (+), Diferença (-), Produto(\*), Quociente (/) e Potência (^). Alguns procedimentos, porém, devem ser executados para que as operações sejam efetivadas. Por exemplo, na Figura 1 mostro que é preciso executar o botão “Run”, circulado em vermelho, para que os símbolos ou comandos da área de trabalho sejam interpretados ou executados.

Figura 1 – Execução de operações no SageMath



Fonte: Autor, 2017, a partir do SageMath.

Na figura anterior e na primeira parte do exemplo abaixo, a digitação não exige nenhuma especificação, pois já são reconhecidas automaticamente, ou seja, é sua escrita nativa. Porém, quando um comando é usado em uma linguagem de programação diferente da nativa, deve-se seguir o seguinte procedimento: escrever o nome da linguagem (sintaxe pré-definida) seguido de dois pontos ou precedida com percentagem %, conforme exemplifico a seguir:

a= 3 , b = 5	OU	sage: a = 3 , b= 5	OU	%sage a= 3 , b= 5
a+b		sage: a+b		%sage a+b
8		8		8

Analogamente usando notação para linguagem R:

r: a = 3 , b= 5	OU	%r a= 3 , b= 5
r: a+b		%r a+b
8		8

Caso se deseje atribuir mais de uma operação na mesma linha, elas devem ser separadas por uma vírgula. Exemplo:

5+3, 5-2, 5^2 # cálculos em sequência

(8, 3, 25)

Para fazer um comentário dentro da área de cálculo, usa-se o símbolo (#).

Exemplo:

sqrt(5^2) # alguns comandos são nativos e não precisam vir antecidos de %sage ou %r

Além disso, a execução de comandos pode ser feita de maneira diferenciada, como, por exemplo, ao atribuir um valor para a variável “x” usando a igualdade, ou operar referenciando “x” precedido do comando e separado por ponto.

Exemplo:

x=5^2 # atribuído o valor 5^2 a variável x

```
x          # chamando o valor da variável na tela
25
x.sqrt()   # atribuído o valor da variável x no cálculo da raiz quadrada com
5          resultado imediato.
```

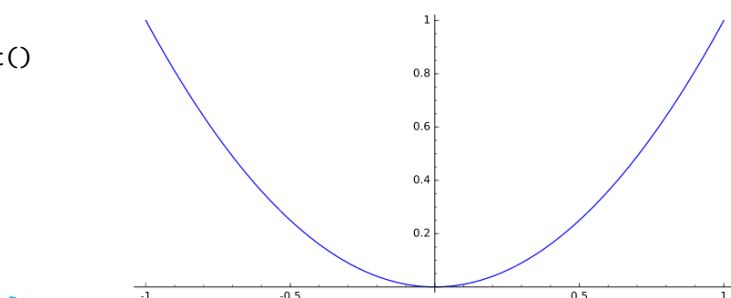
Para atribuir valor ao objeto ou variável com linguagem R, usa-se além da igualdade (=), também o símbolo (<-).

Exemplo:

```
X<- 5^2          # atribuído o valor 5² a variável x
X
25
Y<- c( 1, 2, 3, 5, 7) # atribuído uma lista de valores a variável y
Y
[1] 1 2 3 5 7      # o símbolo inicial [1] representa a linha
```

O procedimento acima também pode ser executado com variáveis algébricas ou funções, conforme se pode verificar no exemplo abaixo:

```
f=x^2
f.plot()
```



O uso do parêntese pode ser útil para combinar operações, formando outras mais complexas. Nesse caso, deve-se seguir as regras de ordem de operações matemáticas.

Exemplo:

```
((2 + 4)*3)^5
1968
```

Quando se quer ler dados externos, pode-se usar o comando **read.table** para ler um arquivo de dados diretamente do arquivo externo. Por exemplo: suponha que os dados a seguir foram copiados para o arquivo data.txt e salvos na pasta do projeto no ambiente *SageMath*.

```
100  a1  b1
200  a2  b2
300  a3  b3
400  a4  b4
```

A leitura dos dados e transposição para uma tabela dentro da área de trabalho do SageMath, pode ser realizada a partir do comando: `nome_atribuído<-read.table("caminho_e_nome_do_arquivo.csv",opções)`. Onde as opções são:

- *sep*: caractere utilizado para separação dos campos e valores. Normalmente é utilizado o ponto e vírgula (;).
- *dec*: caractere utilizado para separar as casas decimais. Normalmente ponto (.) ou vírgula (,).

- *header*: TRUE, assume que a primeira linha da tabela contém rótulos das variáveis. FALSE, assume que os dados se iniciam na primeira linha e, se for omitido no comando, assume a segunda opção.

Exemplo:

```
%r data = read.table("mydata.txt") # leitura do arquivo
%r mydata                          # imprime a tabela gerada
```

```
      v1 v2 v3
1 100 a1 b1
2 200 a2 b2
3 300 a3 b3
4 400 a4 b4
```

Também é possível exportar grande quantidade de dados salvos em planilhas eletrônicas em formato separados por vírgula (CSV). Isso pode ser feito, por exemplo, no *Calc*. Com esse formato, pode-se facilmente importar para o *SageMath*. Nesse caso, pode-se usar o comando **read.csv** para ler e armazenar os dados desse arquivo em um objeto do sistema.

Exemplo: ao atribuir os dados externos para o objeto dados: dados <- read.csv("caminho \_e\_nome\_do\_arquivo.csv", opções).

Exemplo: para importar os dados provenientes do arquivo contagem.csv, presente no drive C, pasta Análises descritivas, subpasta tempo, com vírgula como sinal decimal, ponto e vírgula como separador de campos e valores e armazenando no objeto de nome tabela1:

```
%r tabela1 <- read.csv("C:/Analises descritivas/tempo/contagem.csv", sep=";",
dec=",", header=TRUE) # leitura do arquivo
%r tabela1# imprime a tabela gerada
  x1  x2
1  2  12
2  3  15
3  4  18
4  5  22
```

A parte gráfica pode ser explorada mediante alguns comandos específicos. Nesse quesito, a linguagem R e a própria linguagem sage são poderosas ferramentas. Por essa razão, sua aplicação nesta pesquisa.

O uso da linguagem R na estatística, em especial, permite criar histogramas, ogivas, boxplot, curvas de distribuições e regressões e outros gráficos específicos. Em análises estatísticas, a partir dessa linguagem, são disponibilizadas ferramentas gráficas para estudo inicial dos dados que facilitam o entendimento de um problema ou situação ao visualizar as variáveis envolvidas graficamente (SOUZA et al., 2016).

Alguns exemplos de gráficos que podem ser criados no R com o comando a seguir:

```
%r demo(graphics)
```

No Sage, o sistema de ajuda pode facilitar o entendimento e aplicação dos comandos, executando-se o nome do comando procedido de uma interrogação (?), por exemplo:

```
%sage a.denominator? # Pedindo ajuda sobre o comando denominator
```

```

Type: builtin_function_or_method
Base Class: <type 'builtin_function_or_method'>
String Form: <builtin-in method denominator of sage.rings.rational.Rational
object at 0x9df295c>
Namespace: Interactive
Docstring:
self.denominator(): Return the denominator of this rational number.

```

```

EXAMPLES:
sage: x = -5/11
sage: x.denominator()
11

```

Alguns exemplos de gráficos que podem ser criados no *SageMath* com comandos específicos discriminados em linguagens sage ou em R. Segundo Souza et al. (2016, p. 48), considerando a linguagem R, podem ser classificados:

- Funções gráficas de alto nível: criam novos gráficos na janela, definindo eixos, título, etc. Exemplos: *plot*, *hist*, *image*, *contour*, *persp*, etc.
- Funções gráficas de baixo nível: permitem adicionar novas informações em gráficos já criados, como novos dados, linhas etc. Exemplos: *points*, *lines*, *abline*, *polygon*, *legend*, etc.
- Funções gráficas interativas: permitem retirar ou adicionar informações aos gráficos já existentes, usando, por exemplo, o cursor do mouse. Exemplos: *locator*, *identify*.

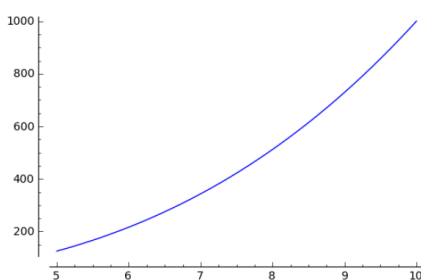
O comando mais comum em ambas as linguagens (sage e R) para plotagem de gráficos de funções e equações é o **plot ( )**. A versatilidade desse comando pode ser verificada com maior profundidade com o sistema de ajuda do *SageMath* (plot ?). Seguem alguns exemplos de sua utilização em linguagem sage:

```
%sage plot (f, xmin, xmax, opções),
```

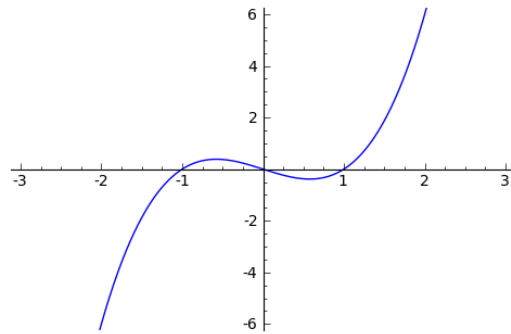
Onde *f* é a função que pode ser discriminada diretamente no comando ou lida na variável atribuída a *f*, os valores *xmin* e *xmax* são os intervalos do domínio, e as opções definem algumas configurações visuais do gráfico, a ausência do intervalo e das opções. O gráfico é desenhado com um padrão do sistema.

#### EXEMPLOS:

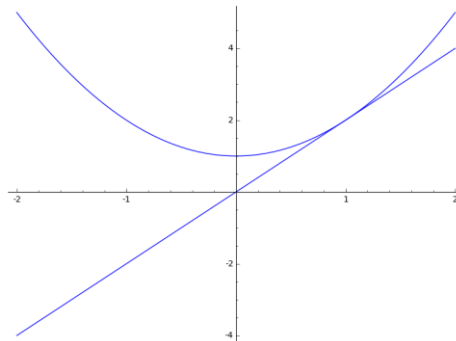
```
%sage plot(x^3, 5, 10) # plotagem direta com a expressão que representa a f.
```



```
%sage plot(x^3-x, -3, 3, ymin = -6, ymax = 6) # plotagem com mais opções do comando
```

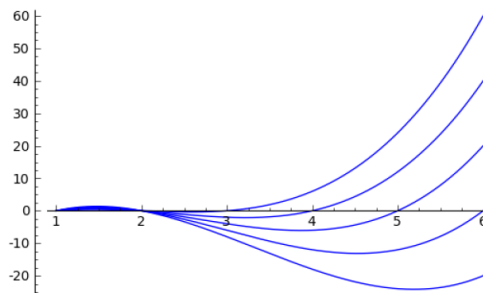


`%sage plot( 2*x, -2, 2) + plot( x^2+1, -2, 2) # plotagem de mais de um gráfico no mesmo sistema cartesiano pela adição de comandos plot()`



`# plotagem de mais de um gráfico usando o comando o.show()`

```
%sage plot( (x-1)*(x-2)*(x-3), 1, 6) ou P1 = plot( (x-1)*(x-2)*(x-3), 1, 6)
+ plot( (x-1)*(x-2)*(x-4), 1, 6)      P2 = plot( (x-1)*(x-2)*(x-4), 1, 6)
+ plot( (x-1)*(x-2)*(x-5), 1, 6)      P3 = plot( (x-1)*(x-2)*(x-5), 1, 6)
+ plot( (x-1)*(x-2)*(x-6), 1, 6)      P4 = plot( (x-1)*(x-2)*(x-6), 1, 6)
+ plot( (x-1)*(x-2)*(x-7), 1, 6)      P5 = plot( (x-1)*(x-2)*(x-7), 1, 6)
P = P1 + P2 + P3 + P4 + P5
P.show()
```



`# plotagem utilizando o comando @interact que torna possível a manipulação dos parâmetros aplicados no comando plot(), ou seja, permite interação do usuário.`

`%sage: @interact`

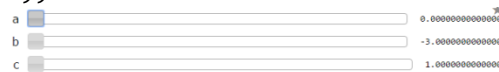
`def interactive_function(a = slider(0, 10, .1, default=4),`

`b = (-3, 3, .1), c=(1,2,.1)):`

`f(x) = c * x^2 +`

`plot(f, (x, -5,`

`xmax=5, ymin=-20,`



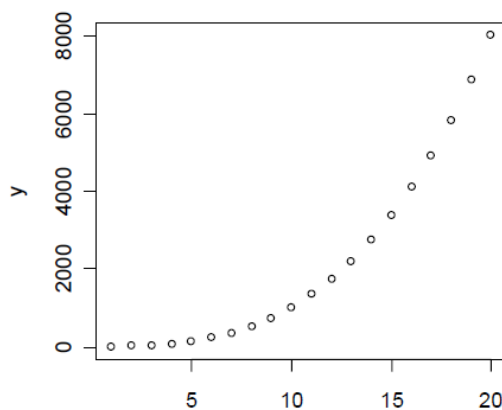
`a * x + b`

`5)).show(xmin=-5,`

`ymax=20)`

De forma análoga, os comandos em linguagem R, que podem ser aplicados no *SageMath*, também permitem alguns ajustes em suas opções do `plot()`. Exemplos desse dinamismo são apresentados com base em Souza et al. (2016):

```
%r x<-1:20      # atribui os valores de 1 a 20 a variável x
%r y<-x^3        # atribui a função y dependente de x
%r plot(x,y)     #plota as variáveis x e y.
```



1º gráfico:

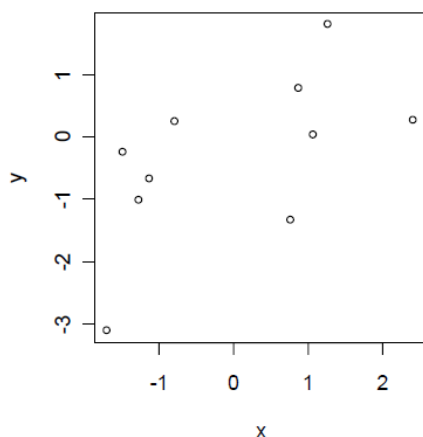
```
%r x<-rnorm(10) #gera números pseudo-aleatórios da distrib. Normal para x
%r y<-rnorm(10) #gera números pseudo-aleatórios da distrib. Normal para y
%r plot(x,y)
```

2º gráfico:

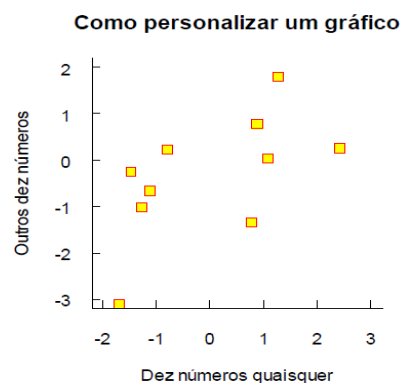
```
%r plot(x, y,
xlab="Dez números quaisquer",
ylab="Outros dez números",
main="Como personalizar um gráfico",
xlim=c(-2,3),
ylim=c(-3,2),
col="red",
pch=22,
bg="yellow",
tcl=0.4,
las=1,
cex=1.5,
bty="n")
```

```
#plota x e y
#nomeia o eixo x
#nomeia o eixo y
#referente ao título
#limites do eixo x
#limites do eixo y
#define a cor dos pontos
#o formato dos pontos
#cor de preenchimento
#tamanho dos traços dos eixos
#orientação do texto em y
#tamanho do objeto do ponto
#altera as bordas
```

1º gráfico:



2º gráfico:



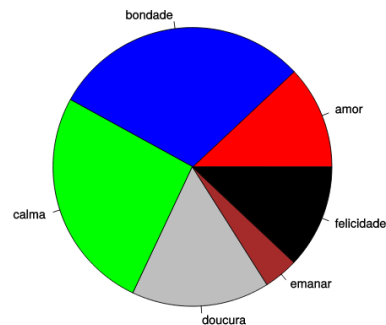
Para  
construção de  
gráficos  
estatísticos, a  
linguagem R



possui alguns comandos úteis que apresento a seguir, com base em Souza et al. (2016):

Gráfico de setores com o comando `pie( )`:

```
%r a<-c(0.12, 0.3, 0.26, 0.16, 0.04, 0.12)
%r names(a)<-c("amor","bondade","calma","douceura","emanar","felicidade")
%r pie(a,col = c("red","blue","green","gray", "brown", "black"))
```



Histograma com o comando `hist( )`:

```
%r dados<-c(25,27,18,16,21,22,21,20,18,23,27,21,19,20,21,16)
%r hist(dados,                                     #este é o conjunto de dados
nc=6,                                              #número de classes igual a 6
right=F,                                          #para o intervalo fechado à esquerda
main="Histograma",                               #define o título do histograma
xlab="tempo (em minutos)",                       #texto do eixo x
ylab="frequencia",                              #texto do eixo y
col=8)                                           #usa a cor cinza nas barras
```

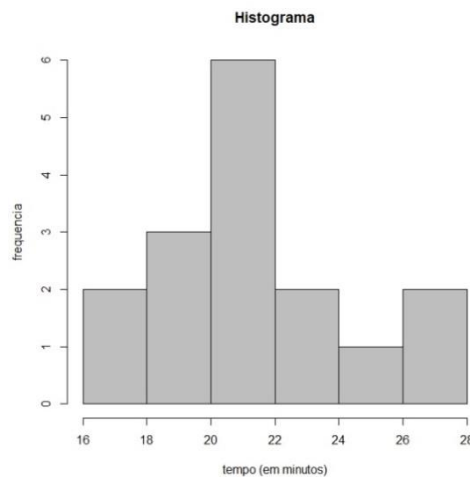
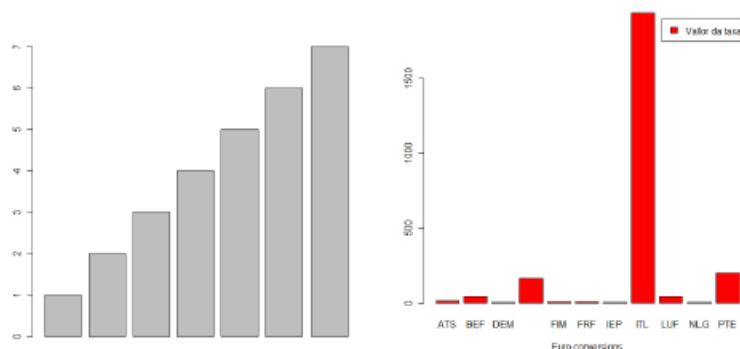


Gráfico de barras baseado em Silva (2009), com o comando `barplot( )`:

```
%r x <- c(1,2,3,4,5,6,7)                        #este é o conjunto de dados
%r barplot(x)                                     # gráfico básico
%r barplot(euro,xlab="Euro conversions",         # gráfico com mais detalhes
col="red",legend.text="valor da taxa")
```



Na resolução de equações e sistemas de equações, recorre-se ao *SageMath* que apresenta certa facilidade nesse tipo de necessidade. Assim, com base em Tábara (2009), pode-se usar o comando `solve(equacion, x)`, onde *equacion* representa a equação a ser resolvida e *x*, a incógnita declarada.

Exemplo:

```
%sage solve(x^2 + 3*x+2, x) #declara a equação com uma variável x
```

```
[x == -2, x == -1]
```

```
%sage var('a b c') #declara variáveis relacionadas com resolução em x
```

```
%sage solve( a*x^2 + b*x + c == 0, x )
```

```
[x == -1/2*(b + sqrt(-4*a*c + b^2))/a, x == -1/2*(b - sqrt(-4*a*c + b^2))/a]
```

Considerando um sistema linear 3X3:

$$\begin{cases} 9a + 3b + 1c = 32 \\ 4a + 2b + 1c = 15 \\ 1a + 1b + 1c = 6 \end{cases}$$

```
%sage var('a, b, c')
```

```
%sage solve( [9*a + 3*b + c == 32, 4*a + 2*b + c == 15, \\ a + b + c == 6], a, b, c )
```

```
[[a == 4, b == -3, c == 5]]
```

## APÊNCICE J – Sequência didática 4

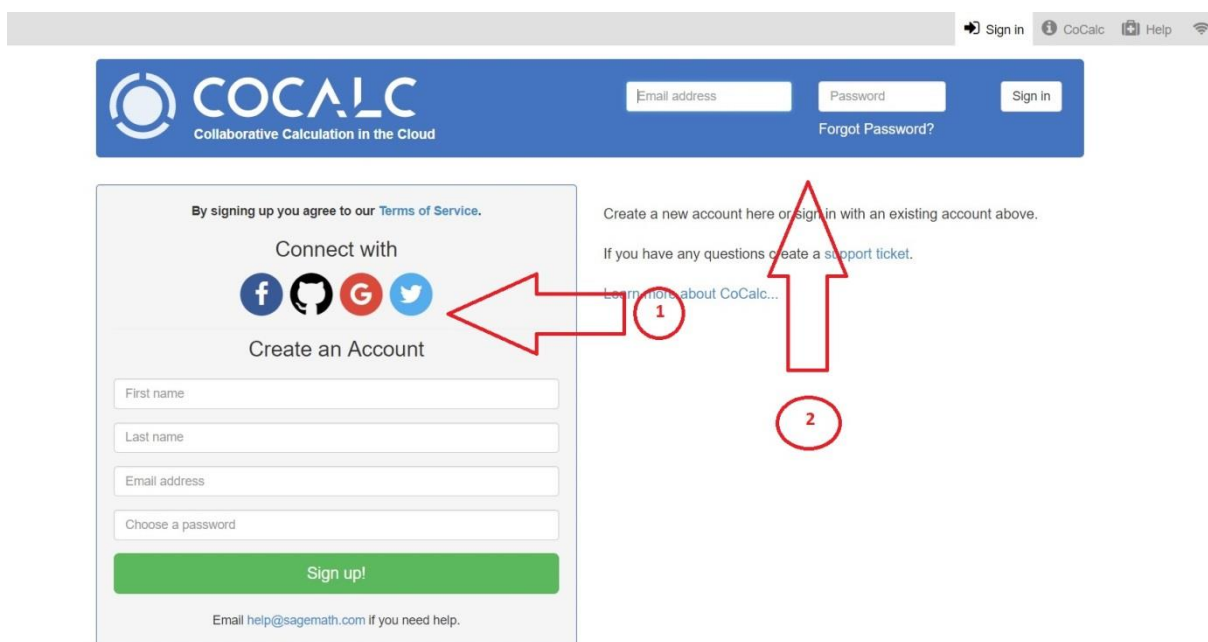
### TABELAS DE FREQUÊNCIA, MEDIDAS DE POSIÇÃO, MEDIDAS SEPARATRIZES E MEDIDAS DE DISPERSÃO E GRÁFICOS ESTATÍSTICOS ATRAVÉS DO SAGEMATH.

Aluno: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Objetivo: Adquirir familiaridade com o uso do *software* SageMath, visando sua aplicação de forma eficiente no cálculo e na de representação gráfica de algumas medidas estatísticas.

1ª - Acesse o navegador de internet de seu computador (Internet Explorer ou Mozilla ou Chrome); digite o endereço de navegação <https://cocalc.com/app> acessando o sistema “Cocalc”, encontraremos o sistema algébrico denominado “SageMath”. O acesso segue conforme verificado na Figura 1. Para ter acesso, utilize uma das contas de redes sociais indicadas ou cadastre nome, *e-mail* e senha na caixa “*Create an Account*” (1). Quando precisar acessar novamente em outro momento basta digitar *e-mail* e senha cadastrada (2).

Figura 1- interface da página web do sistema Cocalc onde esta integrado o SageMath

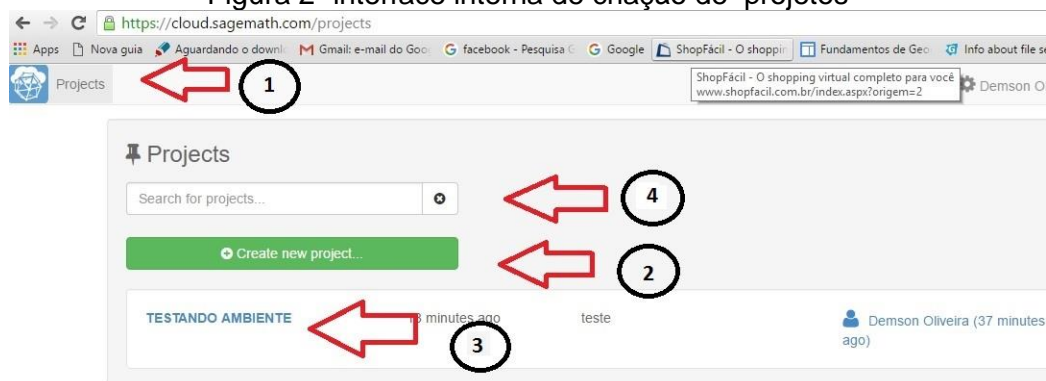


Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

Com relação à opção (2) acima, indicada no retângulo vermelho da Figura 1, qual o papel dessas redes no contexto do sistema “COCALC”?

2ª - Após ter acesso ao SageMath, você deverá abrir um novo projeto na interface inicial do programa (Figura 2). Clique no símbolo do Sage (1), depois no botão “*Create new Project*” (2). Caso já existisse algum projeto, o mesmo ficaria listado no ambiente (3). Se um projeto não estiver visível no início da lista pode-se procurá-lo digitando no espaço reservado (4).

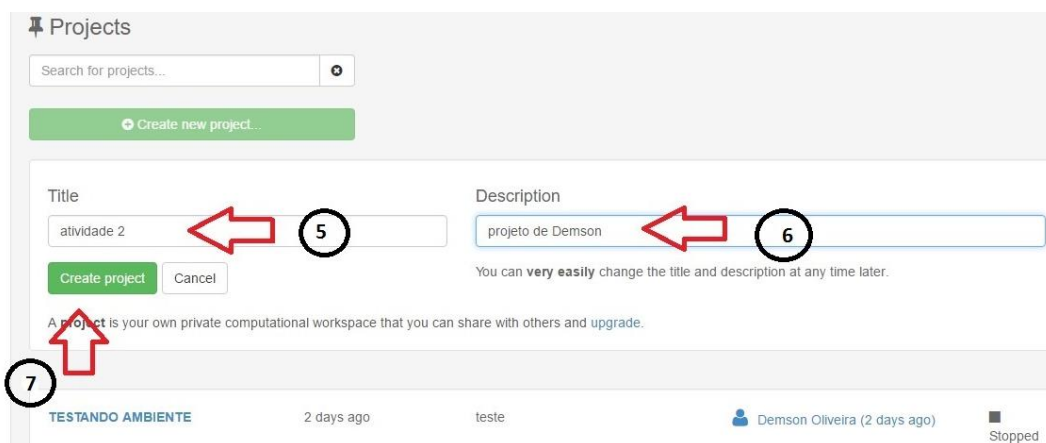
Figura 2- interface interna de criação de projetos



Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

Após ter seguido o indicado será direcionado para interface que aparece na Figura 3:

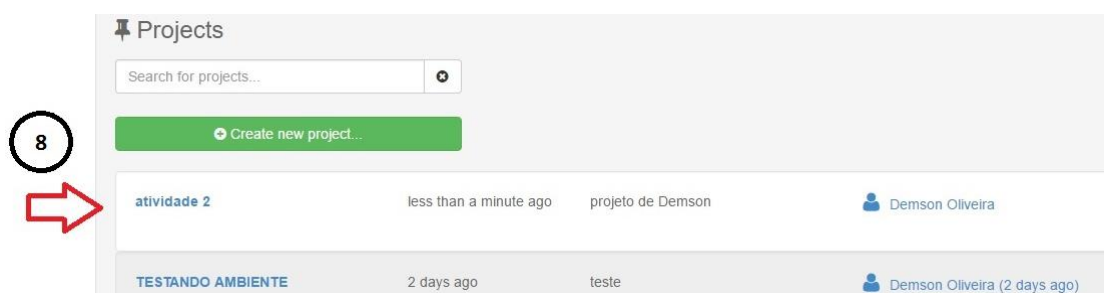
Figura 3- interface interna de denominação do projeto



Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

Crie um projeto com título “atividade 2” (5) e descrição “projeto de xxxxx “ em (6) onde xxxxx será seu nome e clique em (7) para concluir. O projeto será listado como indicado (8) na figura 4.

Figura 4- Interface interna de abertura do projeto criado

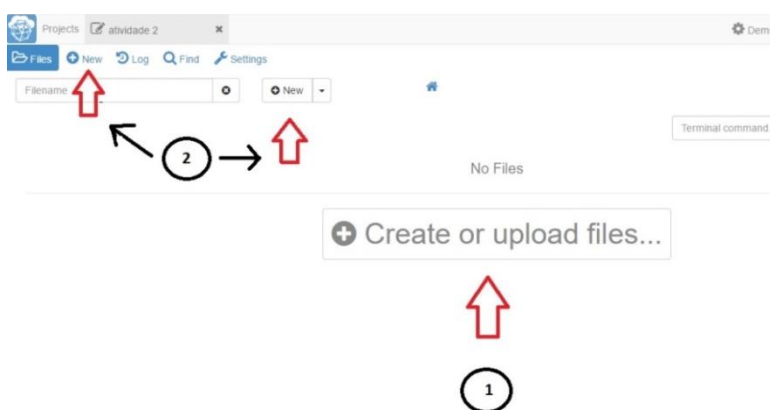


Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

Antes de prosseguir experimente criar um projeto com nome “teste” como indicado na Figura 4. Repita o processo e crie outro projeto com mesmo nome “teste”. O que acontece? Consegue deduzir o que ocorre nesse contexto? Existe alguma consequência negativa nessa situação? Como contornar isso?

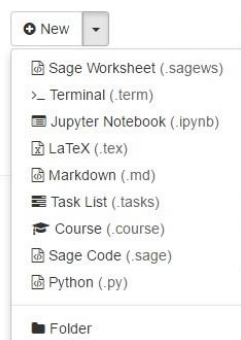
3ª - O ambiente de trabalho do SageMathCloud (Worksheet) é aberto dentro do projeto criado anteriormente na 2ª questão (figura 5). Inicialmente, escolhe-se o tipo de linguagem de trabalho (figura 6) acionado as opções “New” (2). A opção escolhida será a primeira, denominada “Sage Worksheet” ou folha de trabalho (figura 5). Antes de abrir efetivamente a folha de trabalho, enviaremos o arquivo “censo.csv” criado na atividade 1, que foi salvo na pasta C:\pesquisa SAGE. Para isso, clique em “create or upload files”(1), conforme figura 5. Como resultado, aparecerá a tela da figura 7.

Figura 5- interface do ambiente de trabalho dentro do projeto criado



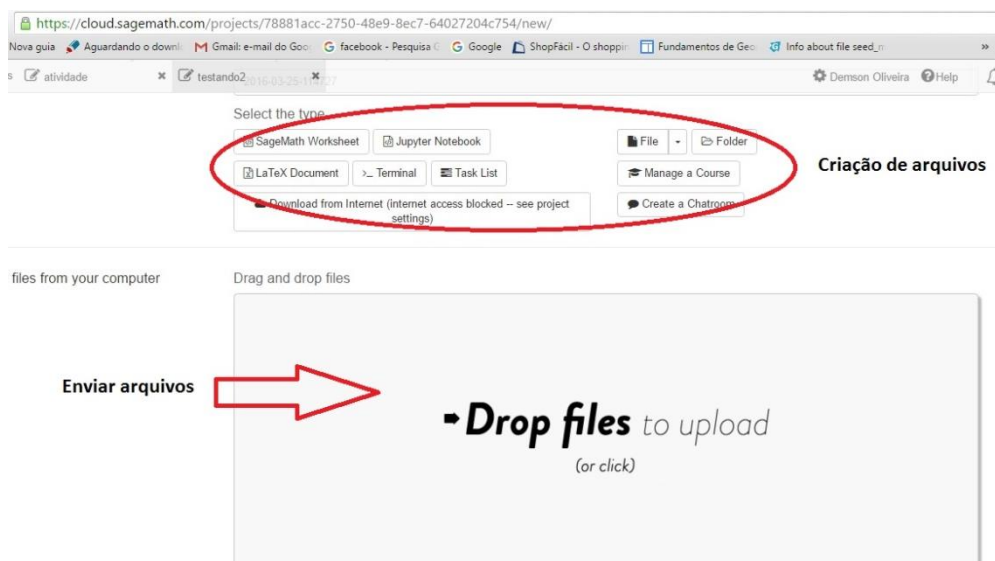
Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

Figura 6- opções da barra “New”



Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

Figura 7- Interface de criação e envio de arquivos

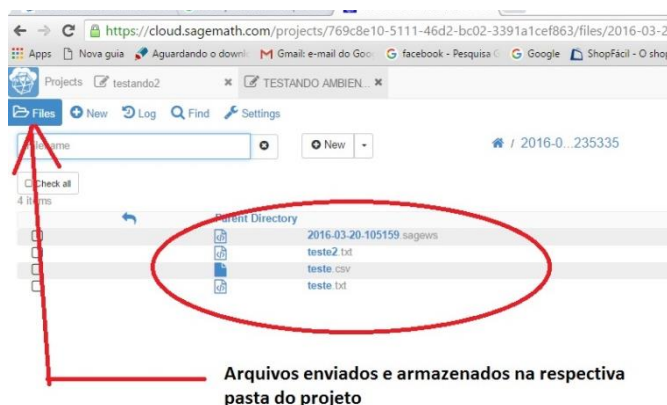


Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

Veja que existe a opção de criar ou enviar arquivos clicando na área definida (figura 7). Os arquivos enviados podem ser em diferentes formatos que podem ser lidos na folha de trabalho que estiver sendo executada após devida configuração. Como resultado do envio verifica-se a tela da figura 8. Agora verifique quais os formatos de arquivo são possíveis de serem integrados ao projeto e identifique os formatos que você reconhece e descreva a seguir.

Clique na área de envio do ambiente e localize o arquivo criado na sequência didática 2, que foi nomeado de referente ao “censo.csv”. Verifique se o arquivo foi devidamente copiado para área do projeto, conforme figura 8.

Figura 8 - Interface de criação e envio de arquivos



Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

4ª – Após ter criado o projeto e iniciado a folha de trabalho agora podemos ver a tela principal do sistema conforme visualizado na figura 9.

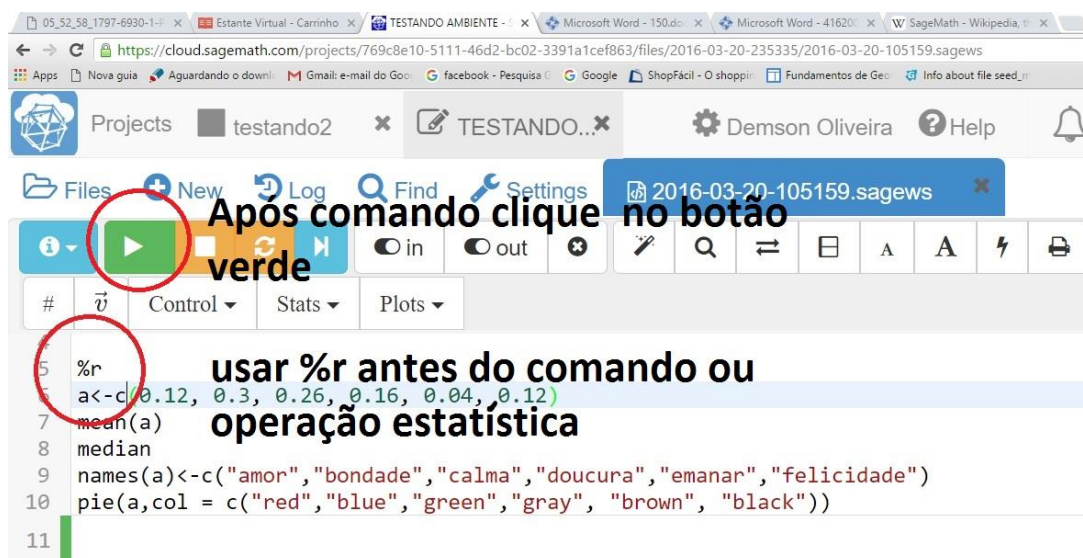
Figura 9- Interface de criação e envio de arquivos



Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

Nosso interesse será relacionado aos cálculos estatísticos. Nesse sentido o SageMath utiliza um pacote de aplicativo denominado “R”. Para interpretar os comandos relativos ao “R” deve-se preceder o comando com o seguinte símbolo % r, que conforme visualizado na figura 10, é fundamental usar deste modo para o sistema compilar (executar) o comando, operações mais básicas podem ser usadas sem % r, mas de forma isolada não no contexto desse projeto.

Figura 10- Interface de criação e envio de arquivos

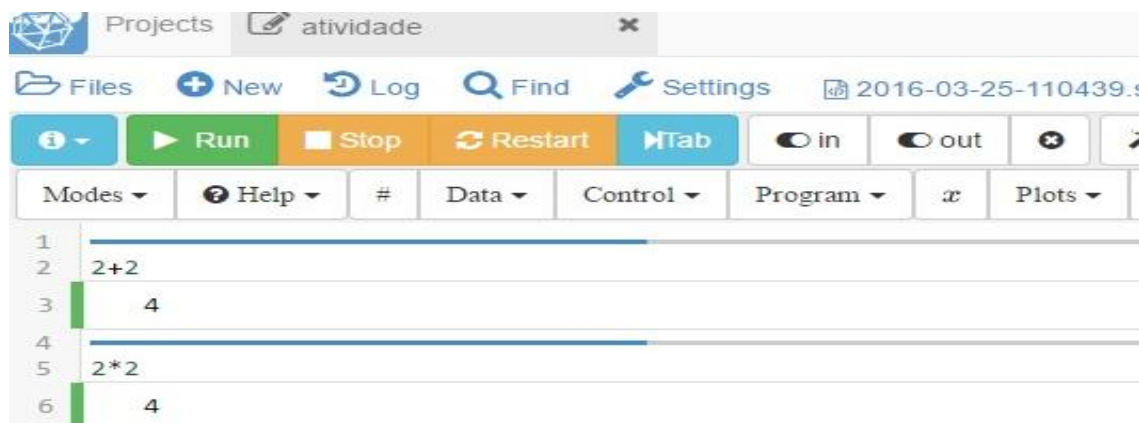


Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

Quanto aos cálculos básicos, o Sagemath reconhece os operadores básicos como verificamos abaixo sem necessidade do % r. Abra sua folha de trabalho e teste livremente os operadores, conforme figura 11.



Figura 11- cálculos básicos



### O R como calculadora

O forma de uso mais básica do R é usá-lo como calculadora. Os operadores matemáticos básicos são: + para soma, - subtração, \* multiplicação, / divisão e ^ exponenciação. Digite as seguintes operações na linha de comandos do R:

```
> 2+2
> 2*2
> 2/2
> 2-2
> 2^2
```

Use parênteses para separar partes dos cálculos, por exemplo, para fazer a conta  $4+16$ , dividido por 4, elevado ao quadrado:

```
> ((4+16) / 4) ^2
```

Fonte: Do autor a partir de <http://cloud.sagemath.org>, 2017.

Agora teste usando “%r” antes de digitar. Ocorre alguma diferença?

5ª - Explore a entrada de dados estatísticos começando pela entrada de dados. Vamos por exemplo atribuir valor para “x” digitando “x<-c(dado1,dado2...)” o “c” indica que os valores serão guardados um vetor matricial, sem ele somente um valor poderia ser associado a “x” com x<- dado1 ou x<-(dado1). Use os dados da figura 12 abaixo e inicie seu trabalho.

Figura 12- Cálculos básicos



Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

Use os comandos abaixo para explorar algumas estimativas para o conjunto de dados de x conforme figura 13:



`mean(X)` => indica a média de X.

`var(X)` => indica a variância de X.

`sd(X)` => indica o desvio padrão.

`max(X)-min(X)` => indica a amplitude total.

`Range(X)` => indica o menor e o maior valor de X, respectivamente

`median(X)` => indica a mediana de X.

`quantile(X)` => indica ao quartis de X.

`table(X)` => fornece as frequências dos valores de X.

`subset(table(X),table(X)==max(table(X)))` => indica a moda de X.

`summary` => obtêm-se resumo de dados estatísticos.

Figura 13- Cálculo da média

```

37
38 %r
39 x<-c(1000, 1300, 2000, 4000, 2000)
40 x
41 [1] 1000 1300 2000 4000 2000
42
43 %r mean(x)
44 [1] 2060

```

Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

O que achou do comando o “`summary( )`”? Qual interpretação dos dados pode ser realizada a partir desse comando?

Alguma dificuldade até aqui? Compartilhe no ambiente moodle no fórum “da sequência didática 4”.

Vamos adicionar uma variável “y” atribuindo nomes de pessoas que serão associados a cada valor da variável “x”, fazendo “`y<-c(“dado1”, “dado2”...)`”. Observe que foi usado o nome entre aspas (ver Figura 14). A partir de agora usaremos o comando “`data.frame (y, ni=x)`” para criar uma tabela conforme visto na figura 15.

Figura 14 – Entrada de dados nominais no objeto y

```

%r y<-c("a", "b", "c", "d", "e")

%r y

[1] "a" "b" "c" "d" "e"

```

Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.

Figura 15 – construção da tabela de dados

```
%r resposta <- c("Itaipava","Skol","Bohemia","Antártica")

%r frequenc<- c(12,63,130,45)

%r dado<- data.frame(resposta, ni=frequenc)
```

Fonte: Do autor a partir de <http://cloud.sagemath.org>, 2017.

Utilizando as variáveis “x” e “y” indicadas associe data frame a variável “dado” conforme Figura 16 e usando o comando “sum( )” e “dado\$fi” e “dado\$ni”, onde o \$ foi usado para fazer internamente o cálculo relativo. Determine a tabela de frequência associada a variável “dado”.

Figura 16- Finalização da tabela de frequência.

```
%r resposta <- c("Itaipava","Skol","Bohemia","Antártica")

%r frequenc<- c(12,63,130,45)

%r dado<- data.frame(resposta, ni=frequenc)

%r n1<- sum(frequenc)

%r dado$fi<- dado$ni/n1

%r dado
```

**forma de entrada no data.frame**

**sum( var ) soma valores da variável "var"**

**obs: a tabela foi associada ao outra variavel "dado"**

	resposta	ni	fi
1	Itaipava	12	0.048
2	Skol	63	0.252
3	Bohemia	130	0.520
4	Antártica	45	0.180

Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app..>

6ª - Seguindo parte do raciocínio da questão anterior pode-se construir os gráficos de barras e de setores utilizando-se dos comandos “barplot” (ver Figura 17) e “pie” para setores (ver F18). Nesse último caso será utilizado comando “names” para associar cada valor da variável numérica com respectivo nome atribuído. Observe que cada comando possui parâmetros válidos “legend” para legendas e “col” para cores.

Figura 17- gráfico de barras ou colunas.

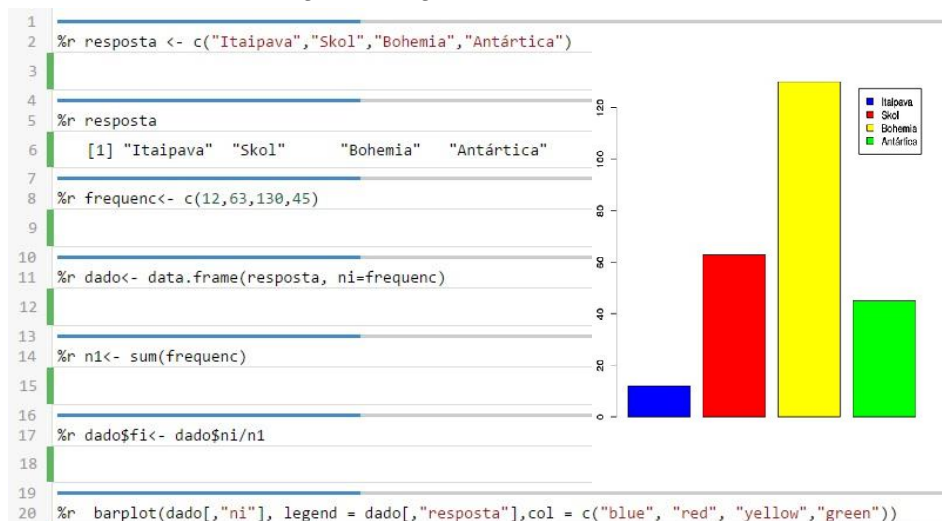


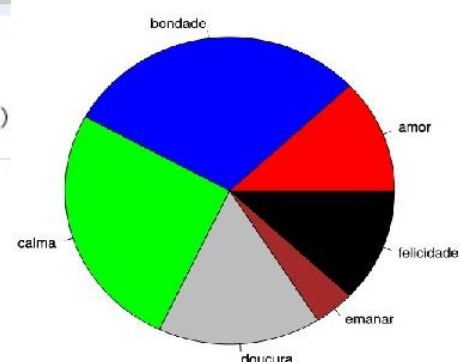
Figura 18- Gráfico de setores ou pizza.

```

1
2
3 %r
4 a<-c(0.12, 0.3, 0.26, 0.16, 0.04, 0.12)
5 names(a)<-c("amor", "bondade", "calma", "douceura", "emanar", "felicidade")
6 pie(a,col = c("red", "blue", "green", "gray", "brown", "black"))
7
8
9

```

Fonte: Autor, 2017, a partir de <https://cocalc.com/app>.



Salve o arquivo como “seunome\_sequencia 4.sagews” na pasta C:\pesquisa SAGE. Você deverá fazer todas as ações desenvolvidas aqui para trabalhar com os dados da tabela de recenseamento, desenvolvida na sequencia didática 2 e localizada na pasta C:\pesquisa SAGE. Use o SageMath para desenvolver os gráficos estatísticos e as medidas de posição, separatrizes e de dispersão relativos aos dados dessa tabela. Após finalizar essa tarefa, acesse o Moodle e deixe registrado no diário de bordo seu percurso desenvolvido e suas aprendizagens. Além disso, o arquivo salvo como “seunome\_censo.sagews”, deve ser postado no ambiente Moodle no espaço reservado para esse fim.

## APÊNDICE K – Sequência didática 5

### ELABORAÇÃO DE COMANDOS OU SCRIPTS PARA CÁLCULO DE RAÍZES E PLOTAGEM DINÂMICA DOS GRÁFICOS DE EQUAÇÕES DE RETA

Aluno: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Objetivo: Adquirir familiaridade com o uso do *software* SageMath visando sua aplicação de forma eficiente no cálculo e na de representação dinâmica de gráficos de equações.

1ª - Inicialmente veja alguns exemplos de Interações para manipulação e resolução de equações lineares e não lineares no SAGE segundo Tábara (2009)<sup>22</sup>:

1 variável:

2 variáveis:

```
Sage
sage: # Aunque no es necesario damos nombre a las ecuaciones
sage: f = (x^2 + 2 == x^3 + x)
sage: g = (3*x^2 - 5*x == 8)
sage: # Restamos 2 a la ecuacion f
sage: f - 2
x^2 == x^3 + x - 2
sage: # También podríamos haber restado x^3 + x
sage: f - (x^3 + x)
-x^3 + x^2 - x + 2 == 0
sage: # Multiplicamos la ecuacion g por 9
sage: 9 * g
9*(3*x^2 - 5*x) == 72
sage: g / 88 # Ahora la dividimos por 88
(3*x^2 - 5*x)/88 == 1/11
sage: f + g # "Sumamos" las dos ecuaciones
4*x^2 - 5*x + 2 == x^3 + x + 8
sage: f * g # "Multiplicamos" las dos ecuaciones
(x^2 + 2)*(3*x^2 - 5*x) == 8*(x^3 + x)
sage: f * f # Elevamos al cuadrado ambos miembros
(x^2 + 2)^2 == (x^3 + x)^2
```

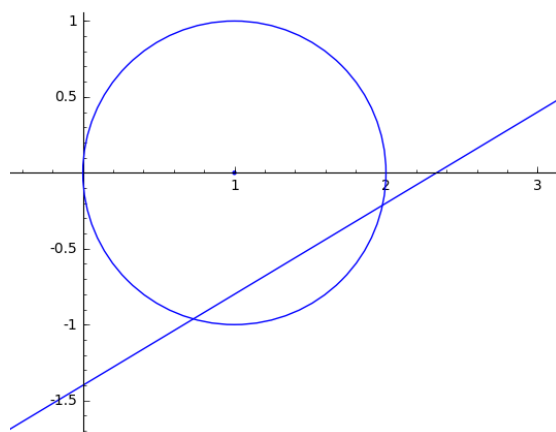
```
Sage
sage: var('x,y')
(x, y)
sage: solve([x + y == 2, x - y == 0], x, y)
[[x == 1, y == 1]]
sage: solve(x^2 + y == 2, y) # Despejamos una letra
[y == 2 - x^2]
sage: solve([x + y == 2, 2*x + 2*y == 4], x, y) :
[[x == 2 - r1, y == r1]]
sage: # Sage denomina r1 al parametro
sage: solve([x^2 + y^2 == 2, 2*x + 2*y == 3], x, y)
[[x == (3 - sqrt(7))/4, y == (sqrt(7) + 3)/4],
[x == (sqrt(7) + 3)/4, y == (3 - sqrt(7))/4]]
```

Conforme exemplos acima, expresse as equações de retas na forma reduzida:

$2x - y = -4$  e  $3x - y = -4$ . Obs.: declare as variáveis com comando var ("..."), com duas aspas em vez de uma do exemplo e descreve o resultado passo a passo.

2ª - Observe outro exemplo para elementos gráficos mais básicos como segmento, ponto e circunferência.

```
sage: p= line2d([(-1,-2), (4,1)])
sage: q= point2d((1,0))
sage: d= circle((1,0), 1)
sage: show(p+q+d)
```



Construa um segmento de reta de extremidades nas coordenadas (0, 4) e (3, 0). Utilizando a mesma janela, represente graficamente a reta z de equação  $(x/p) + (y/q) = 1$ , usando como valores de p e q, 3 e 4 respectivamente.

<sup>22</sup> Disponível em [https://www.SageMath.org/es/Introduccion\\_a\\_SAGE.pdf](https://www.SageMath.org/es/Introduccion_a_SAGE.pdf).

Observando os resultados o que podemos concluir?

3ª - Uma das formas mais simples de se obter uma representação gráfica no *SageMath* é usando o comando “plot(f, xmin, xmax)” ou de forma mais detalhada “plot(f, (variável de f, xmin, xmax), opções)”, onde os parâmetros são acrescentados ao comando dentro dos parênteses, como por exemplo, a expressão ou função “f”, a variável envolvida e o intervalo numérico “xmin, xmax” que a variável assume (domínio), além de outras opções como, “axes\_labels=[...]” para título dos eixos, “color='red' ” para cor vermelho do gráfico, “linestyle='--' ” se optar por gráfico tracejado, legend\_label='f(x)', para legenda com indicação da f(x) e “thickness=3”, onde o número indica espessura desejada. Obs.: a falta de alguns desses parâmetros faz com que seja usado um padrão do *software*.

Exemplos:

```
sage: plot(sin(x), -5, -1) + plot(x^2, -1, 2) +
plot(x, 2, 4)
```

Observe e teste conforme exemplo, com mais detalhes:

```
sage: y= x+1
sage: p = plot(y, (x, -10, 10),
axes_labels=['x', 'sin(x)'],
color='purple')
sage: p.show()
```

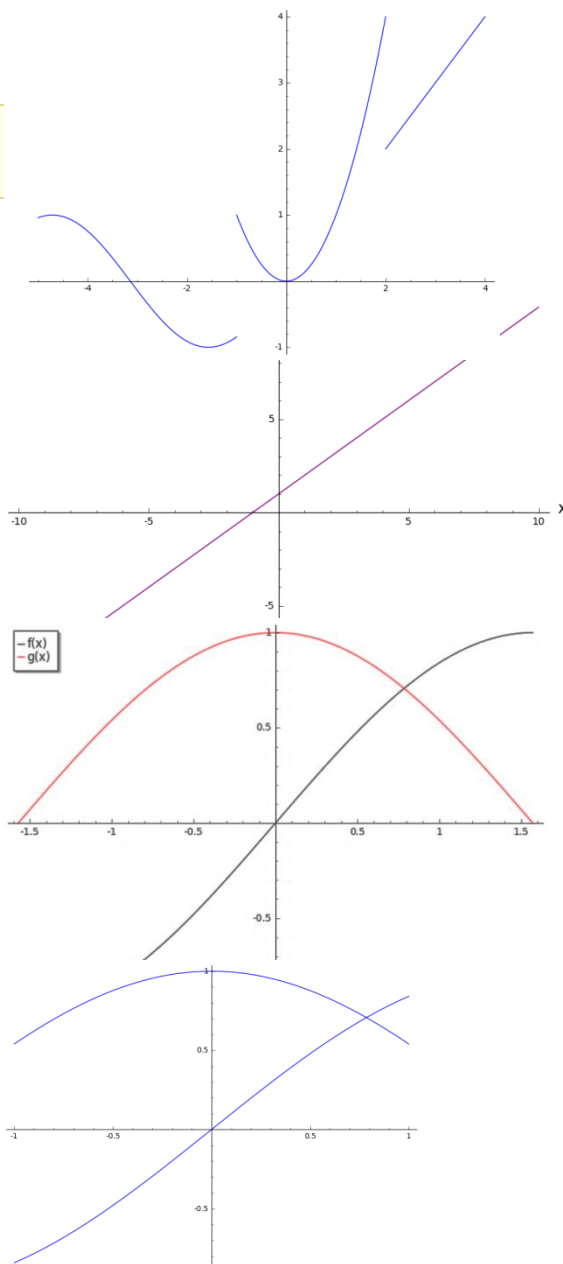
Se quiser mais de um gráfico no mesmo sistema podemos usar esses comandos em conjunto:

Caso 1 (com legenda distinguindo as curvas)

```
sage: f(x) = sin(x)
sage: g(x) = cos(x)
sage: p = plot(f(x), (x, -pi/2, pi/2),
legend_label='f(x)', color='black', )
sage: q = plot(g(x), (x, -pi/2, pi/2),
legend_label='g(x)', color='red')
sage: r = p + q
sage: r.show()
```

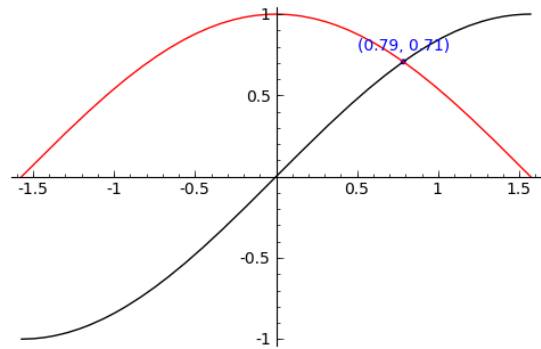
Variação simplificada sem definir intervalo:

```
sage: f = sin (x)
sage: g = cos(x)
sage: plot(f) + plot(g)
```



Caso 2 (complementando o caso 1 e encontrando pontos comuns)

```
sage: find_root( sin(x) == cos(x), -
pi/2, pi/2 )
0.78539816339744839
sage: P = point( [(0.78539816339744839,
sin(0.78539816339744839))] )
sage: T = text("(0.79,0.71)",
(0.78539816339744839,
sin(0.78539816339744839) + .10))
sage: s = P + r + T
sage: s.show()
```

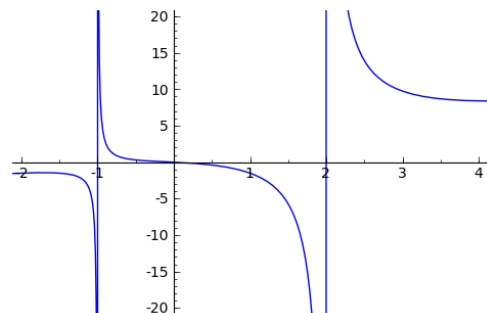


Use o ambiente de trabalho do *SageMathCloud* para representar graficamente as retas da questão 1 e verifique se as retas possuem algum ponto em comum? Qual? Qual o significado desse ponto com relação às retas? Como poderíamos encontrar tal ponto usando o comando “solve” da 1ª questão, além de marcar esse ponto no gráfico.

4ª - Considerando o caso da questão 2, seria possível encontrar no *SageMath*, os pontos que as retas interceptam os eixos  $x$  ( $x_1, 0$ ) e  $y$  ( $0, y_1$ )? Como se chamam esses pontos conceitualmente?

Dica: pode-se ampliar o campo de visão dos eixos do gráfico se preciso:

```
sage: p.show(xmin=-2, xmax=4, ymin=-
ymax=20)
```



Observe que é possível substituir um valor numérico dentro de uma equação, nesse caso a expressão é modificada de acordo com a variável substituída.

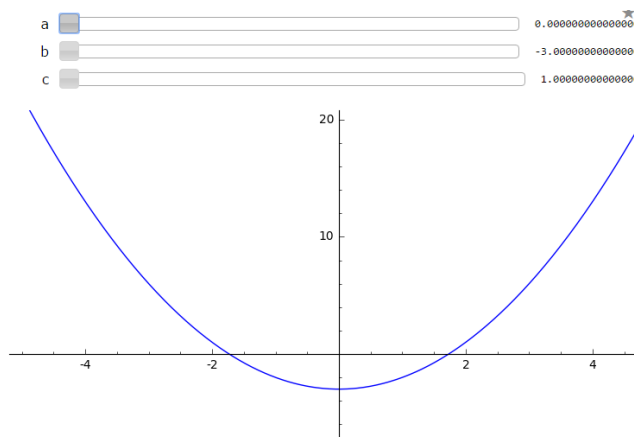
```
sage: f=(x + 2 == 0); f.subs(x=-2)
0 == 0
var("x,y")
f=(x + 2 == y); f.subs(x=0, y=3)
3==3
```

Verifique sem desenvolver o gráfico, os pontos de interseção das retas das equações  $2x - 2y = -4$  e  $3x + y = -5$  nos eixos cartesianos, descreva os comandos usados e quais os pontos encontrados.

5ª - Expresse graficamente uma nova equação S, variando os coeficientes a, b e c da equação anterior utilizando o comando “@interact” conforme exemplificado abaixo. Escolha intervalo entre -5 e 5 para cada parâmetro a, b ou c, onde a parte antecedido por ponto (.1) no comando, representa o incremento do intervalo.

sage:

```
@interact
def interactive_function(a =
slider(0, 10, .1, default=4),
b = (-3, 3, .1), c=(1,2,.1)):
    f(x) = c * x^2 + a * x + b
    plot(f, (x, -5, 5)).show(xmin=-
5, xmax=5, ymin=-20, ymax=20)
```

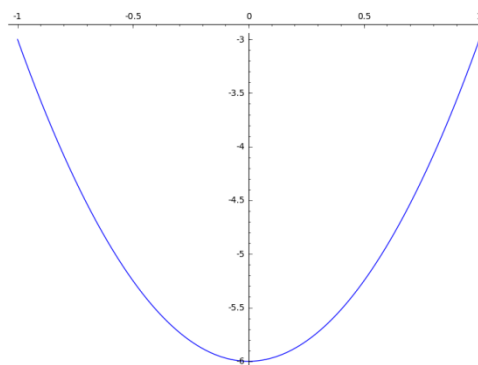


Escolha os mesmos coeficientes a e b de uma das equações já desenhadas, diferenciando o coeficiente c, expresse graficamente esse resultado como sendo a reta q. Descreva o que acontece. Podemos concluir alguma coisa?

Agora diferencie todos os coeficientes de forma interativa e expresse uma reta w. Descreva o que acontece.

6ª - Através do comando “def” é possível definir um script que pode ser chamando posteriormente dentro da interface do programa, no exemplo abaixo se definiu o comando f( ).

```
sage: def f(a, b):
    return plot(a*x^2 - b)
# Solicitando o script criado
anteriormente, resulta no gráfico ao
lado
f(3,6)
```



Desenvolva scripts com nomes “raiz”, “coflinear” e “cofangular”, para encontrar respectivamente a raiz, o coeficiente linear e angular das equações  $2x - 2y + 4 = 0$  e  $3x + y + 5 = 0$ , com base na equação geral  $ax + by + c = 0$ .

## APÊNDICE L – Questionário de avaliação de *software* educacional

Adaptado da metodologia SOFTMAT<sup>23</sup> de Batista (2004)  
e do programa EDUCIMAT<sup>24</sup>.

### BLOCO 1-GERAL

1. Nome do *Software*:
2. Objetivo que o *software* se propõe a alcançar.
3. Abordagem Pedagógica **(Peso -1,5)**:  
☐ Construcionista(x 1,0) ☐ Instrucionista (x 0,25)
4. Tipo de *software* **(Peso -1,5)**:  
☐ Tutorial (x 0,25) ☐ Sistema de Autoria (x 0,5) ☐ Exercício e Prática(x 0,5) ☐ Simulação ou Modelagem (x 1,0)  
☐ Programação (x 1,0) ☐ *Softwares* aplicativos (x 0,25).
5. O *software* oferece oportunidade de “feedback” ao aluno? **(Peso -1,5)**  
☐ sim ☐ parcialmente sim ☐ parcialmente ☐ parcialmente não ☐ não
6. Permite que o problema seja solucionado de diferentes formas? **(Peso -1,5)**  
☐ sim ☐ parcialmente sim ☐ parcialmente ☐ parcialmente não ☐ não
7. Possibilita a integração de diferentes disciplinas? **(Peso -1,5)**  
☐ sim ☐ parcialmente sim ☐ parcialmente ☐ parcialmente não ☐ não

Se sim, quais?

### BLOCO 2- Instalação/utilização do *software*

1. É fácil instalar o *software* corretamente? **(Peso -1,5)**  
☐ sim ☐ parcialmente sim ☐ parcialmente ☐ parcialmente não ☐ não

<sup>23</sup> O SoftMat é um repositório virtual de *softwares* educacionais para Matemática do Ensino Médio, e apresenta com base em Batista (2004) uma metodologia para avaliações de qualidade de software .Foi desenvolvido em uma parceria entre o CEFET Campos e a Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. Disponível em: <http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/softmat/>.

<sup>24</sup> O Programa EDUCIMAT foi desenvolvido pelo Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico (NPADC) da Universidade Federal do Pará, para Formação Continuada de Professores de Educação Básica. Disponível em: <http://www.ufpa.br/par/files/Modulos/vol35.pdf>.



2. É possível instalar o *software* em ambientes computacionais diferentes? (Ou seja, o *software* “roda” em diferentes plataformas computacionais?) **(Peso - 1,5)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
3. As funções disponíveis são suficientes para realizar as tarefas para as quais o *software* se propõe? **(Peso -1,5)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
4. Quando as funções são ativadas, executam o que deveriam? (Ex: “rotacionar uma figura para a direita”, a função executa exatamente esta rotação) **(Peso - 1,5)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
5. O *software* possui recursos para acesso seletivo? (Ex: senha para cada usuário ou para cada grupo de usuários.) **(Peso -1)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
6. O comportamento do *software* esteve isento de falhas durante sua utilização? (Exemplos de falhas: travamento da máquina, volta ao sistema operacional quando, por exemplo, se colocam valores fora da faixa especificada, etc.) **(Peso -1,5)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
7. É possível exportar figuras, texto, etc, para outros *softwares* (para um editor de texto, por exemplo)? **(Peso -1)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
8. É possível importar dados de outros *softwares* (por exemplo, uma planilha eletrônica ou um editor de texto, por exemplo)? **(Peso -1,5)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não

**BLOCO 3- Usabilidade- Interface**

1. O tipo de interface utilizado pelo *software* é adequado ao público alvo a que se destina? **(Peso -1,5)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
2. As representações das funções da interface (ícones, menus, etc.) são fáceis de serem reconhecidas/entendidas? **(Peso -1)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
3. As funções são fáceis de serem utilizadas? **(Peso -1,5)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
4. A quantidade de informação colocada em cada tela é apropriada ao público alvo a que se destina o software? **(Peso -1)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
5. A interface informa ao usuário o andamento das tarefas que estão sendo realizadas? **(Peso -1)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
6. O *software* apresenta mensagem alertando ao usuário sobre a impossibilidade de se realizar determinada ação, no caso de algo indevido ter sido solicitado? **(Peso -1,5)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
7. O tempo de resposta para as operações interativas é adequado ao público alvo a que se destina o software? **(Peso -1,5)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não
8. O sistema de ajuda ou help é adequado, ou seja, explica as dúvidas do usuário adequadamente? **(Peso -1,5)**  
( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não

9. A entrada dos dados é realizada de forma padronizada? **(Peso -1,5)**

( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não

10. A linguagem utilizada é padronizada, evitando, por exemplo, que um mesmo termo seja utilizado com significados diferentes? **(Peso -1,5)**

( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não

11. O software pode ser utilizado de formas diferentes dependendo da experiência do usuário em utilizá-lo? **(Peso -1,5)**

( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não

12. É ofertado ao usuário meio(s) para apresentar sugestões e/ou reclamações? **(Peso -1)**

( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não

#### **Bloco 4 - Conteúdos Matemáticos**

1. O *software* utiliza as convenções e definições relacionadas à Matemática de maneira correta? **(Peso -1,5)**

( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não

2. A forma de abordagem dos conceitos permite que o usuário os compreenda de forma adequada? **(Peso -1)**

( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não

3. Os conceitos trabalhados pelo *software* (ou através do *software*) podem ser relacionados com outros conceitos da Matemática? **(Peso -1,5)**

( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não

4. Os conceitos trabalhados pelo *software* (ou através do *software*) podem ser relacionados com conceitos de outras disciplinas? **(Peso -1)**

( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente ( ) parcialmente não ( ) não

5. O software trabalha (ou permite trabalhar) os conteúdos de forma gradativa, ou seja, caminhando do básico ao profundo de forma suave? **(Peso -1)**  
 ( ) sim ( ) parcialmente sim ( ) parcialmente não ( ) não

Encerrando a avaliação, registre sua opinião a respeito desse *software* (pontos que você destacaria como positivos e negativos, a importância desse *software* como recurso didático, etc.):

---

---

---

---

---

---

### **Metodologia de avaliação SOFTMAT segundo Batista (2004):**

#### **Atribuição de valores às questões**

1. Para as questões com resposta ***sim***, atribuir o valor 1.
2. Para as questões com resposta ***parcialmente sim***, atribuir o valor 0.75.
3. Para as questões com resposta ***parcialmente***, atribuir o valor 0.5.
4. Para as questões com resposta ***parcialmente não***, atribuir o valor 0.25.
5. Para questões com resposta ***não***, atribuir o valor 0 (zero).

#### **Cálculo da média ponderada por bloco de questões**

Para encontrar o valor médio de cada bloco de questões, aplicar a seguinte equação:

$$X(b) = \frac{\sum_{i=1}^{nb} a(i) \cdot p(i)}{\sum_{i=1}^{nb} p(i)} \cdot 100$$

Onde:  
 X(b) representa o valor médio por bloco de questões;  
 b representa o bloco de questões;  
 nb representa o número de questões por bloco;  
 a (i) representa o valor da questão;  
 p (i) representa o peso atribuído à questão.

Resultado: Indica o percentual de adequação do software aos requisitos analisados no bloco considerado segundo àquela avaliação.

#### **Cálculo da média ponderada Geral**

A determinação de um percentual único que indicasse a adequação dos *softwares* aos critérios avaliados. Neste sentido, estabelecemos a seguinte fórmula, utilizando média ponderada:

$$R_F = \frac{\sum_{i=1}^4 b_i p_i}{\sum_{i=1}^4 p_i}$$

**O resultado obtido indica o percentual geral de adequação do *software* aos critérios avaliados.**

Onde:

RF representa o resultado final da avaliação.

bi representa o percentual de cada bloco, da seguinte forma:

b1 representa o percentual do bloco 1;

b2 representa o percentual do bloco 2 e assim sucessivamente.

pi representa o peso atribuído a cada bloco, da seguinte forma: p1 representa o peso atribuído ao bloco 1; p2 representa o percentual do bloco B e assim sucessivamente.

O resultado obtido indica o percentual geral de adequação do *software* aos critérios avaliados.

#### **Atribuição de pesos aos blocos e Calculo geral**

$$R_F = \frac{b_1 \cdot 2 + b_2 \cdot 3 + b_3 \cdot 3 + b_4 \cdot 1}{6}$$

Onde b1, b2, b3 e b4 representam, respectivamente, os percentuais obtidos pelo *software* nos blocos 1, 2, 3 e 4.

#### **REFERÊNCIAS:**

DIAS, Larissa Sato; PINHEIRO, Sheila Costa Vilhena; LIMA, Ana Cristina Cristo Vizeu. Informática aplicada ao ensino de ciências- EDUCIMAT. Vol.35. Belém: EDUFPA, 2008. Disponível em : <http://www.ufpa.br/par/files/Modulos/vol35.pdf>. Acesso em 12 de novembro de 2016.

BATISTA, S. C. F. SoftMat: Um Repositório de *Softwares* para Matemática do Ensino Médio - Um Instrumento em Prol de Posturas mais Conscientes na Seleção de *Softwares* Educacionais. Dissertação (Mestrado em Ciências de Engenharia). Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 2004, 202p. Disponível em: <<http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/softmat/metodologia1>> . Acesso em 23 de novembro de 2016.

**APÊNDICE M – Questionário de avaliação de prática pedagógica pelo discente**

Objetivo: Avaliar a prática de Intervenção desenvolvida no âmbito da pesquisa.

1. Quando você já estiver atuando como professor de matemática você pretende utilizar *Softwares* livre de matemática em sua prática profissional? ( ) sim ( ) não

Justifique:\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. A forma como as atividades foram desenvolvidas lhe motivou a refletir e a buscar aprender sobre os conteúdos matemáticos e a própria tecnologia usada?

Justifique:\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Como você avalia a contribuição dos *softwares* livres *Calc* e o *SageMath* em sua aprendizagem?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Como você avalia a influência do conjunto de ações desenvolvidas nessa pesquisa em seu processo de letramento digital?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANEXO A – Matriz curricular do curso pesquisado

### MATRIZ CURRICULAR E FLUXOGRAMA DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA- IFBA - BARREIRAS

**Quadro 7. Distribuição das disciplinas por semestre (carga horária e créditos).**

SEM	COD	Componente Curricular	Formação	Carga Horária					Créditos				
				T	P	PE	E	Total	T	P	PE	E	Total
1	1º SEMESTRE			T	P	PE <td>E<td>Total</td><td>T</td><td>P</td><td>PE<td>E<td>Total</td></td></td></td>	E <td>Total</td> <td>T</td> <td>P</td> <td>PE<td>E<td>Total</td></td></td>	Total	T	P	PE <td>E<td>Total</td></td>	E <td>Total</td>	Total
	MAT 800	Fundamentos de Matemática Elementar 1	NFB	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	MAT 801	Tópicos de Geometria Elementar 1	NFB	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	MAT 802	Tópicos de Lógica	NFB	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
	EDU 800	Fundamentos da Ação Pedagógica	NFP	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
	LET 800	Língua Portuguesa	NFC	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
Sub-total				270	30	0	0	300	18	2	0	0	20
2	2º SEMESTRE			T	P	PE <td>E<td>Total</td><td>T</td><td>P</td><td>PE<td>E<td>Total</td></td></td></td>	E <td>Total</td> <td>T</td> <td>P</td> <td>PE<td>E<td>Total</td></td></td>	Total	T	P	PE <td>E<td>Total</td></td>	E <td>Total</td>	Total
	MAT 803	Fundamentos de Matemática Elementar 2	NFB	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	MAT 804	Tópicos de Geometria Elementar 2	NFB	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	EDU 801	Psicologia da Educação 1	NFP	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
	EDU 802	Filosofia da Educação	NFP	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
	MAT 805	Desenho Geométrico	NFC	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
Sub-total				255	45	0	0	300	17	3	0	0	20
3	3º SEMESTRE			T	P	PE <td>E<td>Total</td><td>T</td><td>P</td><td>PE<td>E<td>Total</td></td></td></td>	E <td>Total</td> <td>T</td> <td>P</td> <td>PE<td>E<td>Total</td></td></td>	Total	T	P	PE <td>E<td>Total</td></td>	E <td>Total</td>	Total
	MAT 806	Cálculo Diferencial e Integral 1	NFB	75	15	0	0	90	5	1	0	0	6
	MAT 807	Geometria Analítica	NFB	75	15	0	0	90	5	1	0	0	6
	MAT 808	Álgebra Elementar 1	NFB	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
	EDU 803	Psicologia da Educação 2	NFP	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
	Sub-total				270	30	0	0	300	18	2	0	0
4	4º SEMESTRE			T	P	PE <td>E<td>Total</td><td>T</td><td>P</td><td>PE<td>E<td>Total</td></td></td></td>	E <td>Total</td> <td>T</td> <td>P</td> <td>PE<td>E<td>Total</td></td></td>	Total	T	P	PE <td>E<td>Total</td></td>	E <td>Total</td>	Total
	MAT 809	Cálculo Diferencial e Integral 2	NFB	75	15	0	0	90	5	1	0	0	6
	MAT 810	Álgebra Linear 1	NFB	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	MAT 811	Álgebra Elementar 2	NFE	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
	MAT 812	Didática da Matemática	NFE	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	EDU 804	Estrutura e Funcionamento do Ensino	NFP	30	0	0	0	30	2	0	0	0	2
Sub-total				255	45	0	0	300	17	3	0	0	20
5	5º SEMESTRE			T	P	PE <td>E<td>Total</td><td>T</td><td>P</td><td>PE<td>E<td>Total</td></td></td></td>	E <td>Total</td> <td>T</td> <td>P</td> <td>PE<td>E<td>Total</td></td></td>	Total	T	P	PE <td>E<td>Total</td></td>	E <td>Total</td>	Total
	MAT 813	Cálculo Diferencial e Integral 3	NFE	75	15	0	0	90	5	1	0	0	6
	MAT 814	Álgebra Linear 2	NFE	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	FIS 800	Física Geral e Experimental 1	NFC	75	15	0	0	90	5	1	0	0	6
	INF 800	Introdução à Informática 1	NFC	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	Sub-total				240	60	0	0	300	16	4	0	0
6	6º SEMESTRE			T	P	PE <td>E<td>Total</td><td>T</td><td>P</td><td>PE<td>E<td>Total</td></td></td></td>	E <td>Total</td> <td>T</td> <td>P</td> <td>PE<td>E<td>Total</td></td></td>	Total	T	P	PE <td>E<td>Total</td></td>	E <td>Total</td>	Total
	MAT 815	Cálculo Diferencial e Integral 4	NFE	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	MAT 816	Teoria Básica das Equações Diferenciais Ordinárias	NFE	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	INF 801	Introdução à Informática 2	NFC	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	MAT 817	Metodologia e Prática do Ensino da Matemática	NFP	30	30	0	0	60	2	2	0	0	4
	FIS 801	Física Geral e Experimental 2	NFC	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
Sub-total				210	90	0	0	300	14	6	0	0	20
7	7º SEMESTRE			T	P	PE <td>E<td>Total</td><td>T</td><td>P</td><td>PE<td>E<td>Total</td></td></td></td>	E <td>Total</td> <td>T</td> <td>P</td> <td>PE<td>E<td>Total</td></td></td>	Total	T	P	PE <td>E<td>Total</td></td>	E <td>Total</td>	Total
	MAT 818	Análise Matemática	NFE	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
	MAT 819	Laboratório de Ensino de Matemática	NFE	15	15	0	0	30	1	1	0	0	2
	MAT 820	Estágio Supervisionado 1	NFP	30	0	0	90	120	2	0	0	6	8
	MAT 821	Metodologia e Prática do Ensino da Matemática	NFP	30	30	0	0	60	2	2	0	0	4
	MAT 822	Cálculo Numérico	NFE	30	30	0	0	60	2	2	0	0	4
Sub-total				165	75	0	90	330	11	5	0	6	22
8	8º SEMESTRE			T	P	PE <td>E<td>Total</td><td>T</td><td>P</td><td>PE<td>E<td>Total</td></td></td></td>	E <td>Total</td> <td>T</td> <td>P</td> <td>PE<td>E<td>Total</td></td></td>	Total	T	P	PE <td>E<td>Total</td></td>	E <td>Total</td>	Total
	MAT 823	Análise Combinatória e Probabilidade	NFB	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	MAT 824	Estágio Supervisionado 2	NFP	30	30	0	60	120	2	2	0	4	8
	MAT 825	Funções de uma Variável Complexa	NFE	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
	EDU 805	Metodologia do Trabalho Científico	NFC	15	15	0	0	30	1	1	0	0	2
	INF 802	Informática Aplicada ao Ensino da Matemática	NFC	15	45	0	0	60	1	3	0	0	4
Sub-total				165	105	0	60	330	11	7	0	4	22
9	9º SEMESTRE			T	P	PE <td>E<td>Total</td><td>T</td><td>P</td><td>PE<td>E<td>Total</td></td></td></td>	E <td>Total</td> <td>T</td> <td>P</td> <td>PE<td>E<td>Total</td></td></td>	Total	T	P	PE <td>E<td>Total</td></td>	E <td>Total</td>	Total
	EDU 806	Língua Brasileira de Sinais	NFC	30	30	0	0	60	2	2	0	0	4
	EDU 807	Inglês Instrumental 1	NFC	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	MAT 826	Estágio Supervisionado 3	NFP	30	0	0	90	120	2	0	0	6	8
	MAT 827	História da Matemática	NFE	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
	MAT 828	Trabalho de Conclusão de Curso 1 (TCC 1)	NFE	15	15	0	0	30	1	1	0	0	2
Sub-total				180	60	0	90	330	12	4	0	6	22
10	10º SEMESTRE			T	P	PE <td>E<td>Total</td><td>T</td><td>P</td><td>PE<td>E<td>Total</td></td></td></td>	E <td>Total</td> <td>T</td> <td>P</td> <td>PE<td>E<td>Total</td></td></td>	Total	T	P	PE <td>E<td>Total</td></td>	E <td>Total</td>	Total
	EDU 808	Sociologia da Educação	NFC	60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
	MAT 829	Estágio Supervisionado 4	NFP	0	0	0	60	60	0	0	0	4	4
	MAT 830	Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC 2)	NFE	0	30	0	0	30	0	2	0	0	2
	MAT 831	Introdução à Estatística	NFE	45	15	0	0	60	3	1	0	0	4
	Optativa 1			60	0	0	0	60	4	0	0	0	4
Sub-total				285	45	0	60	390	19	3	0	4	26

T – Teórica; P – Prática; PE – Prática de Ensino; E – Estágio Supervisionado

## ANEXO B – Correlação de Spearman

### Coefficiente de correlação de postos de Spearman

Nos casos em que os dados não formam uma nuvem comportada, com alguns pontos bem distantes dos demais, ou em que parece existir uma relação crescente ou decrescente num formato de curva, o coeficiente de correlação por postos de Spearman é mais apropriado.

Ele também pode ser usado quando os dados não pertencem à uma escala de medida padrão, mas existe uma ordenação clara, por exemplo, escores numa escala de 1 a 20.

Este é um método não-paramétrico que usa somente os postos, e não faz quaisquer suposições. Essencialmente tudo o que faz é calcular o coeficiente de correlação de Pearson nos postos. Uma fórmula que é relativamente fácil de usar é:

$$r = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{(n^3 - n)},$$

em que  $n$  é o número de pares  $(x_i, y_i)$  e

$$d_i = (\text{posto de } x_i \text{ dentre os valores de } x) - (\text{posto de } y_i \text{ nos valores de } y).$$

Note que se os postos de  $x$  se são exatamente iguais aos postos de  $y$ , então todos os  $d_i$  serão zero e  $r$  será 1.

Os dados abaixo foram coletados tomando amostras de 13 nascentes de rios e é feita a contagem do número de ninfas de uma certa espécie de mosquito bem como medidas da dureza da água. Existe uma relação entre os dois?

dureza da água	17	20	22	28	42	55	55	75	80	90	145	145	170
No. de ninfas	42	40	30	7	12	10	8	7	3	7	5	2	4

Um gráfico dos dados indica que existe uma relação negativa, mas uma linha curva descreveria melhor a relação do que uma reta.

O coeficiente de correlação de Pearson portanto não seria apropriado, e precisamos usar o coeficiente de Spearman.

Encontre os postos manualmente e calcule as diferenças  $d_i$ . Calcula-se  $\sum d_i^2 = 681$ . Agora  $n = 13$ , a qual resulta no valor  $r = -0.87$  para o coeficiente de correlação.



Silvia Shimakura 2005-11-08



## ANEXO C – Teste de Friedman



### 5. Testes para k amostras relacionadas

#### O teste de Friedman (Análise de variância de dupla classificação por postos)

##### 5.1. Função

Quando os dados de  $k$  amostras correspondentes se apresentam pelo menos em escala ordinal, a prova de Friedman é útil para comprovar a hipótese de nulidade, de que as  $k$  amostras tenham sido extraídas da mesma população. Como as  $k$  amostras estão em correspondência, o número de casos é o mesmo para cada uma delas. A correspondência pode ser estabelecida, quando se estuda o mesmo grupo de indivíduos sob cada uma das  $k$  condições. Ou pode-se obter vários conjuntos, cada um deles com  $k$  indivíduos em correspondência, associado-se, em seguida, aleatoriamente, um indivíduo em cada conjunto à primeira condição, um indivíduo em cada conjunto à segunda condição, etc. Por exemplo, desejando estudar as diferenças no aprendizado sob quatro métodos de ensino, pode-se obter  $n$  conjuntos de  $k = 4$  alunos, cada conjunto constituído de alunos que se correspondem segundo variáveis relevantes (idade, aprendizado prévio, inteligência, situação sócio-econômica, etc.) associando-se em seguida, aleatoriamente, um aluno de cada um dos  $n$  conjuntos ao método de ensino A, outro de cada conjunto ao método B, outro ao método C e o quarto ao método D.

##### 5.2. Fundamentos lógicos do método

Para a prova de Friedman, os dados se dispõem em uma tabela de dupla entrada com  $n$  linhas e  $k$  colunas. As linhas representam os vários indivíduos ou conjuntos correspondentes de indivíduos, e as colunas representam as diversas condições. Se estão sendo estudados os escores de indivíduos observados sob todas as condições, então cada linha dá os escores de um indivíduo sob as  $k$  condições.

Os dados da prova são postos. Aos escores de cada linha atribuem-se postos separadamente. Isto é, com  $k$  condições em estudo, os postos em qualquer linha vão de 1 a  $k$ . A prova de Friedman determina se é provável que as diferentes colunas de postos (amostras) provenham da mesma população. Por exemplo, suponha-se que se queira estudar os escores de 3 grupos sob 4 condições. Aqui  $k = 4$  e  $n = 3$ . Cada grupo contém 4 indivíduos correspondentes, um associado a cada uma das 4 condições. Suponha-se que os escores obtidos sejam os da tabela 5.1.

**Tabela 5.1 - Escores de três grupos correspondentes sob quatro condições**

	Condições			
	I	II	III	IV
Grupo A	9	4	1	7
Grupo B	6	5	2	8
Grupo C	9	1	2	6

Para aplicar a prova de Friedman a estes dados, primeiro atribui-se postos aos escores em cada **linha**. Ao mais baixo escore em cada linha pode-se atribuir o posto 1, ao seguinte em cada linha o posto 2, etc. Obtém-se assim os dados mostrados na tabela 5.2. Note-se que os postos em cada linha da tabela vão de 1 a  $k = 4$ .

**Tabela 5.2 - Postos de três grupos correspondentes sob quatro condições**

	Condições			
	I	II	III	IV
Grupo A	4	2	1	3
Grupo B	3	2	1	4
Grupo C	4	1	2	3
$R_i$	11	5	4	10

Se a hipótese de nulidade (de que todas as amostras - colunas - provenham da mesma população) é, de fato, verdadeira, então a distribuição de postos em cada coluna será aleatória, sendo então de se esperar que os postos 1, 2, 3 e 4 apareçam em todas as colunas com frequências aproximadamente igual. Isto indica



que, para qualquer grupo, é uma questão de acaso sob que condição ocorre o menor escore, o que seria o caso se as condições realmente não diferissem entre si. Se os escores fossem dependentes das condições (isto é, se  $H_0$  fosse falsa), então os totais de postos variariam de uma coluna para outra. Como as colunas contêm, todas elas, o mesmo número de casos, uma afirmativa equivalente seria que, sob  $H_0$ , os postos médios das várias colunas seriam aproximadamente iguais.

A prova de *Friedman* determina se os totais dos postos ( $R_j$ ) diferem significativamente. Para aplicar o teste, calcula-se o valor de uma estatística que *Friedman* representou por  $\chi_r^2$ .

Quando o número de linhas e/ou colunas não é muito pequeno, pode-se mostrar (*Friedman*, 1937) que  $\chi_r^2$  tem uma distribuição aproximadamente qui-quadrado, com  $gl = k - 1$ , sendo:

$$\chi_r^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3n(k+1), \text{ onde}$$

$n$  = número de linhas,

$k$  = número de colunas,

$R_j$  = soma dos postos da coluna  $j$

Note-se que  $\chi_r^2$  tem distribuição aproximadamente qui-quadrado com  $gl = k - 1$  somente quando o número de linhas e/ou colunas não é muito pequeno. Quando o número de linhas ou de colunas é inferior ao mínimo, existem tabelas com as probabilidades exatas que devem ser utilizadas. A tabela N (*Siegel*, pg. 311-12) dá as probabilidades exatas associadas a valores tão grandes quanto um  $\chi_r^2$  observado, para  $k = 3$  e  $n$  variando de 2 a 9 e  $k = 4$  e  $n$  variando de 2 a 4. Se os valores de  $n$  e  $k$  são superiores aos valores fornecidos na tabela N, pode-se então utilizar a expressão acima e utilizar a tabela do qui-quadrado.

Para ilustrar o uso da tabela N, considere-se os valores do exemplo acima. Aplicando a expressão tem-se:

$$\chi_r^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3n(k+1) = \frac{12}{3.4(4+1)} [11^2 + 5^2 + 4^2 + 10^2] - 3.3.(4+1) = 7,40$$

Pode-se determinar a probabilidade de ocorrência, sob  $H_0$ , de  $\chi_r^2 \geq 7,40$ , verificando a tabela N<sub>11</sub> que fornece a probabilidade exata, associada a valores tão grandes quanto um  $\chi_r^2$  observado para  $k = 4$ , que, neste caso, é  $p = 0,033$ . Pode-se, portanto, com tais dados, rejeitar a hipótese de nulidade de que as 4 amostras tenham sido extraídas da mesma população com respeito à locação (postos médios) ao nível de significância de 3%.

#### Exemplo: (para $n$ e $k$ grandes)

Em um estudo do efeito de três padrões diferentes de reforço sobre a extensão do aprendizado discriminativo entre ratos, treinaram-se três amostras correspondentes ( $k = 3$ ) de 18 ratos ( $n = 18$ ) sob três tipos de reforço. Estabeleceu-se a correspondência utilizando-se 18 conjuntos de ratos de mesma cria, três em cada conjunto. Conquanto todos os 54 ratos tenham recebido a mesma quantidade de reforço (recompensa), o modo de administrar esse reforço foi diferente para cada um dos grupos. Um grupo foi treinado com 100% de reforço (RR), outro grupo foi treinado sob um reforço parcial em que cada sequência de tentativas terminava com uma tentativa não re-

**Tabela 5.34 - Postos de dezoito grupos correspondentes no estudo de transferência de aprendizado após treinamento sob três condições diferentes de reforço**

Grupo	Tipo de reforço		
	RR	RU	UR
1	1	3	2
2	2	3	1
3	1	3	2
4	1	2	3
5	3	1	2
6	2	3	1
7	3	2	1
8	1	3	2
9	3	1	2
10	3	1	2
11	2	3	1
12	3	2	1
13	3	2	1
14	2	3	1
15	2,5*	2,5*	1
16	3	2	1
17	3	2	1
18	2	3	1
$R_j$	39,5	42,5	26,0



compensada (RU) e o terceiro grupo foi treinado sob recompensa parcial, cada seqüência de tentativas terminando com uma tentativa recompensada (UR).

Ao cabo desse treinamento, mediu-se a extensão do aprendizado pela rapidez com que os diversos ratos adquiriram um hábito "oposto": embora treinados para correrem em direção ao branco, eram agora estimulados a correr em direção do preto. Quanto melhor tivesse sido o aprendizado inicial, mais lenta deveria ser essa transferência de aprendizado. Predição: os diferentes tipos de reforço (recompensa) utilizados resultariam em diferentes graus de capacidade de transferência de aprendizado.

**Hipóteses: Ho:** Os diversos tipos de reforço não têm efeito diferencial.

**H<sub>1</sub>:** Os diversos tipos de reforço têm efeito diferencial.

**Prova estatística:** Como o número de erros na transferência de aprendizado não é provavelmente uma medida intervalar da força do aprendizado original, escolheu-se a prova de *Friedman* (não-paramétrica) ao invés da prova paramétrica correspondente (**análise de variância**). Além disso, não se pode utilizar a análise de variância porque os escores acusaram possível falta de homogeneidade de variância, e, desta forma, os dados indicam que uma das suposições básicas para aplicação da prova F (de *Snedcor*) não foi satisfeita.

**Nível de significância:** Sejam  $\alpha = 0,05$  e  $n = 18$  = número de ratos em cada um dos 3 grupos correspondentes.

**Distribuição Amostral:** A distribuição qui-quadrado com  $gl = k - 1$ .

**Região de rejeição** Consiste de todos os valores  $\chi^2$  tais que a probabilidade de sua ocorrência, sob  $H_0$ , não supere  $\alpha = 0,05$ .

**Decisão:** Determinou-se o número de erros cometidos por cada rato na situação de transferência de aprendizado, dispondo-se os escores em postos para cada um dos 18 conjuntos de 3 ratos correspondentes. A tabela 5.3 fornece estes postos.

Note-se que a soma dos postos para o grupo RR é 39,5, a soma dos postos para o grupo RU é 42,5 e a soma dos postos para o grupo UR é 26,0. Um posto baixo indica elevado número de erros na transferência, isto é, forte fixação do aprendizado original. Pode-se calcular  $\chi^2$  substituindo os valores observados na expressão:

$$\chi^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3n(k+1) = \frac{12}{18 \cdot 3(4+1)} [39,5^2 + 42,5^2 + 26^2] - 3 \cdot 18 \cdot (3+1) = 8,40$$

A tabela qui-quadrado indica que  $\chi^2 = 8,40$  quando  $gl = k - 1 = 3 - 1 = 2$  é significativo entre os níveis 0,025 e 0,01. Como  $p < 0,02$  é inferior ao nível de significância  $\alpha = 0,05$ , rejeita-se  $H_0$ , concluindo que os escores de transferência de aprendizado dos ratos dependem do tipo de reforço (recompensa) utilizado nas tentativas de aprendizado original.

**Empates:** No grupo 15, assinalado com asterisco na tabela 5.3, os animais RR e RU obtiveram escores iguais, empatando nos postos dois e três. Neste caso, foi atribuído a ambos o posto 2,5 (média daqueles postos). Friedman afirma que a substituição de valores empatados pelo seu valor médio não afeta a validade do teste.